Atlas Clarín

EDICIONES
Aguilar

Re-Digitalización final: The Doctor



The Doctor

Libros, Revistas, Intereses:
http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

El Siglo XX:
http://el1900.blogspot.com.ar/

Atlas Clarín

EDICIONES
Aguilar



ENCICLOPEDIA DE LA TIERRA

Coproducción entre Esselte Map Service y Lidman Production AB.

Proyecto: Lidman Production AB.

Dirección: Sven Lidman.

Texto: Lars Bergquist.

Director de Arte: Sten Pettersson.

Traductor: Ramón Palencia.

Asesores: Bertil Hedenstierna y Ralph Mårtenson.

Ilustradores: Bob Chapman, David Cook, John Flynn, Tony Gibbon, Rob Hillier, John Potter, Les Smith, David West y Maurice Wilson.

Documentalista: Per Axel Nordfeldt.

Fotógrafos: AAA photo, Air France, Ragnar Andersson/TIOFOTO, AP/Pressens bild, Bildarkiver/Ellbergs bilder, Camera Press/IBL, Bo Dahlin/Bildhuset, J. Arthur Dixon, DPA/Pressens bild, ESA, Börje Försäter/Hallandsbild, J. Gaumy/Magnum, Claes Grundsten/Naturfotograferna, Gunnar Gustafson, Mats Halling, Bengt Hedberg/Naturbild, IBL, Páll Imsland, Kjell Johansson/Bildhuset, Sture Karlsson/TIOFOTO, Kungliga biblioteket, Frank W. Lane, Örnulf Lautitzen, J. Berry/Magnum, Mount Wilson and Las Campanas observatories, Norman Myers/TIOFOTO, Ralph Mårtensson, NASA, Pål-Nils Nilsson/TIOFOTO, Lars Olsson/Pressens bild, G. Rodger/Magnum, Ann Ronan, SAS, Per-Olle Stackman/TIOFOTO, UPI/Pressens bild, ZEFA y Östasiatiska museet.

EL MUNDO EN MAPAS

Diseñado, editado, dibujado y reproducido por cartógrafos, geógrafos, artistas y técnicos de ESSELTE MAP SERVICE.

La presente publicación se ajusta a la cartografía oficial establecida por el Poder Ejecutivo Nacional a través del IGM, ley 22.963, y fue aprobada por Expte. GGI 3200/5 de fecha 20 de noviembre de 1991.

PRÓLOGO

Cuando en setiembre de 1990 la prestigiosa National Geographic Society, con sede en Washington DC, tenía ya impresos 5.000 ejemplares de su célebre Atlas del Mundo, una llamada telefónica hizo detener las máquinas y dejó subrayado un fenómeno casi cotidiano de estos tiempos que corren. Del otro extremo de la línea el embajador de Alemania notificaba que la capital única de la nación reunificada iba a ser Berlín, y no Bonn. La National había apostado por incluir en sus mapas las dos capitales.

La anécdota revela algo más que los acelerados cambios que conmueven al mundo en la última década de este fin de siglo. Ocurre que el "chisporroteo mágico" que genera la revolución científico-tecnológica modifica a cada instante los ángulos de visión del mundo. En la Alta Edad Media, por ejemplo, cuando los monjes negaban la redondez de la Tierra, nuestro planeta figuraba en los mapas como un plato rebosante de dragones y árboles frutales; Jerusalem era el centro de las naciones y el paraíso se hallaba en algún lugar del Lejano Oriente. Tiempo después, nuevos instrumentos de precisión mejoraron las cartas geográficas que habían sido elaboradas prácticamente a pie. Largos años debieron pasar antes que los mapas fueran considerados como el fiel reflejo informativo del mundo en que vivimos: hasta bien entrado el siglo XIX, el mapa con información científica no era conocido. Los vuelos espaciales, las sondas y los satélites aportaron una nueva forma de mirar la Tierra: se la vio más bella y desolada, casi perdida en el Universo.

Con todo, la cultura de la imagen no ha alcanzado todavía al mapa. La cartografía se ha evadido de la fascinación de la pantalla. Algo ha fallado, hasta ahora, para que las nuevas generaciones no vean otros mapas que los mismos de siempre. Y todo esto mientras el atlas político de Europa da un brinco hacia el siglo pasado y el de Africa se viste, a lo largo de tres décadas, con nuevos estados.

El Atlas CLARIN rompe con la tradición e inicia una cartografía actual e innovadora, una herramienta cultural irremplazable que será puesta semana a semana en manos de millones de lectores. Representada como un conjunto de medios geográficos vinculados entre sí y obtenidos mediante tratamiento digital informatizado de las imágenes de la superficie terrestre, esta serie de mapas, sumada a la Enciclopedia de la Tierra –El Aire, El Agua, El Fuego, La Tierra– ofrece una visión profunda y excepcional de nuestro planeta y de los problemas que le aquejan.

Hasta el presente, el conocimiento del globo terráqueo se ha basado en la geografía tradicional. Hoy, esta ciencia se ha transformado en multidisciplinaria y busca dar respuesta a las delicadas relaciones que rigen los climas, el medio ambiente y el medio geográfico en los que se desenvuelve la vida, así como el impacto que el hombre produce sobre ellos. Esta nueva geografía exige nuevos enfoques y métodos de análisis e información, incluida la cartografía de las ideas, esto es la ubicación espacial del pensamiento y las estructuras especulativas, como se hace actualmente con los postulados de Descartes o los principios arquitectónicos del templo de Salomón.

El Atlas CLARIN procura dar respuesta a las urgencias de la época, en el convencimiento que al ciudadano medio se le han escapado los referentes geográficos que siempre manejó y un cúmulo impresionante de información cotidiana queda flotando en busca de un asidero lógico. ¿Acaso puede hoy el docente o el alumno ubicar sin titubeos Turkmenia, Azerbaiján, Kirguizia o alguna de las repúblicas que por más de 70 años integraron la ex Unión Soviética? ¿Cuáles son los límites precisos de Croacia o Serbia, que participaban de la federación Yugoslava? ¿Puede establecer el área de influencia del agujero de ozono o la incidencia climática que provocan los desplazamientos de grandes témpanos en el Atlántico Sur?

El desafío de la época no es pequeño. Pero acaso, un conocimiento actualizado de la relación del hombre con los elementos naturales aporte una mayor lucidez y capacidad para mantener el delicado equilibrio de nuestro medio vital y su objetivo supremo: la supervivencia de la humanidad y de las otras especies de la Tierra.

ENCICLOPEDIA DE LA TIERRA












EL MUNDO EN MAPAS







EUROPA

ASIA

OCEANÍA



ÁFRICA



AMÉRICA DEL NORTE



AMÉRICA DEL SUR

ÁRTICO Y ANTÁRTIDA

EL MUNDO



Enciclopedia de la Tierra

Las investigaciones emprendidas durante las pasadas décadas han dado como resultado unos espectaculares avances en el conocimiento científico. En los campos de la biología y de las ciencias de la tierra, los descubrimientos han conducido a la creciente comprensión de las interrelaciones entre áreas de conocimiento anteriormente consideradas como disciplinas totalmente separadas. Desde la mineralogía a la microbiología y desde la botánica a la batimetría, las piezas van encajándose como en un inmenso puzzle, en el que persisten los huecos, pero éstos son cada vez menores.

A medida que aumentan los conocimientos, resulta cada vez más difícil presentar un breve compendio científico de la tierra como un todo, porque un tratamiento sistemático de temas agrupados en distintas categorías no es ya la opción ideal. Esta Enciclopedia de la Tierra ha retornado a la pauta de los elementos filosóficos – aire, agua, fuego y tierra – para proporcionar un marco básico dentro del cual se logra una exposición ordenada de un modo más libre. Se ha dicho que una imagen vale más que mil palabras. Con demasiada frecuencia, las ilustraciones de los libros no añaden nada a la información del texto. En las páginas que siguen, la coordinación de texto e ilustraciones logra abarcar infinitamente más de lo que hubiese sido posible con sólo palabras.





El aire

De todos los elementos, el aire es el más inaprensible y el más espiritual. Entre los pensadores griegos del siglo VI a. de C., Anaxímenes de Mileto fue quien más estudió el tema del aire. Desarrolló el antiguo concepto de que la respiración es el espíritu de la vida, pensando que el aire es el elemento fundamental de la tierra: «Lo mismo que el alma, que es aire, mantiene unido al cuerpo, el viento y el aire envuelven el mundo entero.» El resto de los elementos, afirmaba Anaxímenes, provienen del aire densificado o enrarecido.

Sin embargo, en el siglo XVII, científicos como el francés Pascal y el italiano Torricelli descubrieron cómo medir la presión del aire, convirtiendo el elemento espiritual y fundamental del filósofo griego en una sustancia física tangible. Un siglo después, los químicos descubrieron que el aire es una mezcla de gases, e identificaron el nitrógeno y el oxígeno como sus elementos principales.

La ciencia de la meteorología se desarrolló en el siglo XIX y fue sustituyendo paulatinamente los viejos métodos empíricos del campesino y del navegante por predicciones meteorológicas más seguras. Los meteorólogos de este siglo han estudiado minuciosamente las capas exteriores de la atmósfera. Este estudio forma parte de la geofísica, la ciencia dedicada a la Tierra como planeta.

La atmósfera de la Tierra, en cuyas profundidades vivimos, nos protege de las mortíferas radiaciones del espacio exterior y nos proporciona el oxígeno del que dependen nuestros procesos vitales. Equilibra los extremos, de otro modo insoportables, de calor y frío y transporta la humedad de los océanos a los continentes, mediante un sistema continuo y general de circulación.

El oxígeno es un producto de las plantas verdes, por lo que no existía en la atmósfera primigenia. Una condición necesaria para el desarrollo de la vida en la Tierra fue que no existiera oxígeno libre que oxidara y desintegrara las primeras moléculas vivas desprotegidas. Hicieron falta miles de millones de años para acumular el volumen de oxígeno actual de nuestra atmósfera.

Un aspecto de vital consideración, que depende en gran medida del hombre, es cómo será la atmósfera que rodee a nuestro mundo en el futuro. Sólo si se pone fin a la destrucción de los bosques continentales y al envenenamiento del plancton oceánico y se deja de utilizar el aire como una especie de cloaca universal, existe alguna esperanza de que los organismos superiores sobrevivan en nuestro planeta.

El aire, escudo de la Tierra

Al nivel del mar, la presión atmosférica es de unos 1.000 milibares (mb) o, tal como se expresaba anteriormente, de 760 mm de mercurio (mm Hg). Al nivel del suelo, la atmósfera contiene, además de nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono, sustancias vitales para las plantas y los animales. Nos protege de los violentos cambios del calor al frío y del bombardeo de partículas con carga eléctrica —radiación cósmica— y de meteoritos.

La atmósfera opera también como un gigantesco sistema de transporte de energía entre las calurosas regiones tropicales y las frías regiones polares. La eficacia de la atmósfera como portadora de calor depende de la humedad. Parte del contenido de humedad se aprecia en forma de nubes, niebla o neblina. La capacidad del agua para retener calor al evaporarse y liberarlo posteriormente al condensarse equilibra el clima de la Tierra y hace habitables los trópicos y las regiones polares.

Sin embargo, sólo los 80 kilómetros inferiores de la atmósfera tienen la misma composición química que el aire a ras del suelo, e incluso dentro de esta zona las condiciones varían tanto que se la suele dividir en tres estratos. El inferior es la *troposfera*, que se eleva hasta una altura de entre 10 y 18 kilómetros sobre la superficie. Todo el tiempo atmosférico se desarrolla prácticamente dentro de este estrato, y sólo algunas altas nubes de tormentas tropicales llegan hasta el límite inferior de la *estratosfera*. Aquí, los rayos ultravioletas del sol crean una capa de ozono, oxígeno triatómico, que absorbe las mortíferas radiaciones del espacio exterior. La *mesosfera* es un estrato de transición donde la presión del aire es una diezmilésima parte que al nivel del mar.

La región superior de la mesosfera es el umbral al espacio exterior. Debido a la intensa radiación solar, la parte superior de la atmósfera está ionizada y es conductora de electricidad. A este estrato se le denomina *ionosfera*. Las partículas con carga eléctrica procedentes del sol —electrones, protones y núcleos atómicos pesados— que se mueven en el interior del gas enrarecido producen las auroras boreales, un fenómeno de descarga eléctrica semejante al de un tubo fluorescente. Al estrato por encima de los 400 kilómetros de altura se le puede describir con más propiedad como espacio exterior condensado. Aquí no existe prácticamente más que hidrógeno y helio, el ligero gas existente en el espacio interestelar.

La baja atmósfera

Globos
llenos de helio llevaron al hombre hasta una altura de 20 km en la década de 1930.

La presión del aire
en la baja estratosfera es una décima parte que a nivel del mar.

Reactores
con cabinas presurizadas operan regularmente a alturas por encima de los 10 km. La ausencia de cambios meteorológicos en esta zona da mayor seguridad a estos vuelos.

Las nubes tropicales de tormenta
llegan hasta el límite entre la troposfera y la estratosfera: la tropopausa.

Las montañas más altas
alcanzan más de 8 km sobre el nivel del mar, aunque a partir de los 4 km hay problemas para respirar debido al aire enrarecido.



Satélites
lanzados por el hombre giran en torno a la Tierra a alturas que van desde 300-400 km a cerca de 36.000 km en el caso de los satélites de comunicaciones geoestacionarios.

Las auroras
aparecen con frecuencia a alturas de hasta 1.000 km, en los puntos donde las radiaciones de partículas solares con carga eléctrica se encuentran con la atmósfera de la Tierra.

Los rayos X
y las radiaciones ultravioletas de onda corta procedentes del sol son absorbidos en su mayoría por la atmósfera. Sin embargo, ciertas longitudes de onda de radiaciones electromagnéticas llegan a la superficie. Nuestros ojos han evolucionado para utilizar sólo esta radiación, por lo que la denominamos «luz visible».

La radiación cósmica
está compuesta por partículas de alta energía procedentes del sol y de otras fuentes de radiación en puntos alejados del universo. Cuando una de estas partículas se encuentra con un átomo de la atmósfera, se produce una lluvia de partículas secundarias.

Los satélites militares
de reconocimiento suelen volar relativamente bajos para detectar objetos de pequeño tamaño sobre la superficie. La resistencia del aire a tan bajas alturas disminuye la vida de estos satélites.

Los cohetes sonda
se emplean para el estudio científico de las regiones altas de la atmósfera.


Los meteoritos
se sobrecalientan y se gasifican por la fricción al entrar en la atmósfera. Estas «estrellas fugaces» son producidas por partículas menores que un grano de arena. Sólo los meteoritos mayores llegan al suelo.

Las capas cargadas de electricidad
de la ionosfera reflejan las ondas cortas de radio, que pueden rebotar varias veces alrededor de la Tierra.

Las auroras inferiores
pueden aparecer a niveles tan bajos como la ionosfera.

Las nubes noctilucentes
son las únicas nubes existentes por encima de la troposfera y son objeto de intenso estudio.

La capa de ozono
de la atmósfera detiene la mayor parte de los rayos ultravioletas.



Protosfera

Metasfera

Radiaciones primarias

Radiaciones secundarias

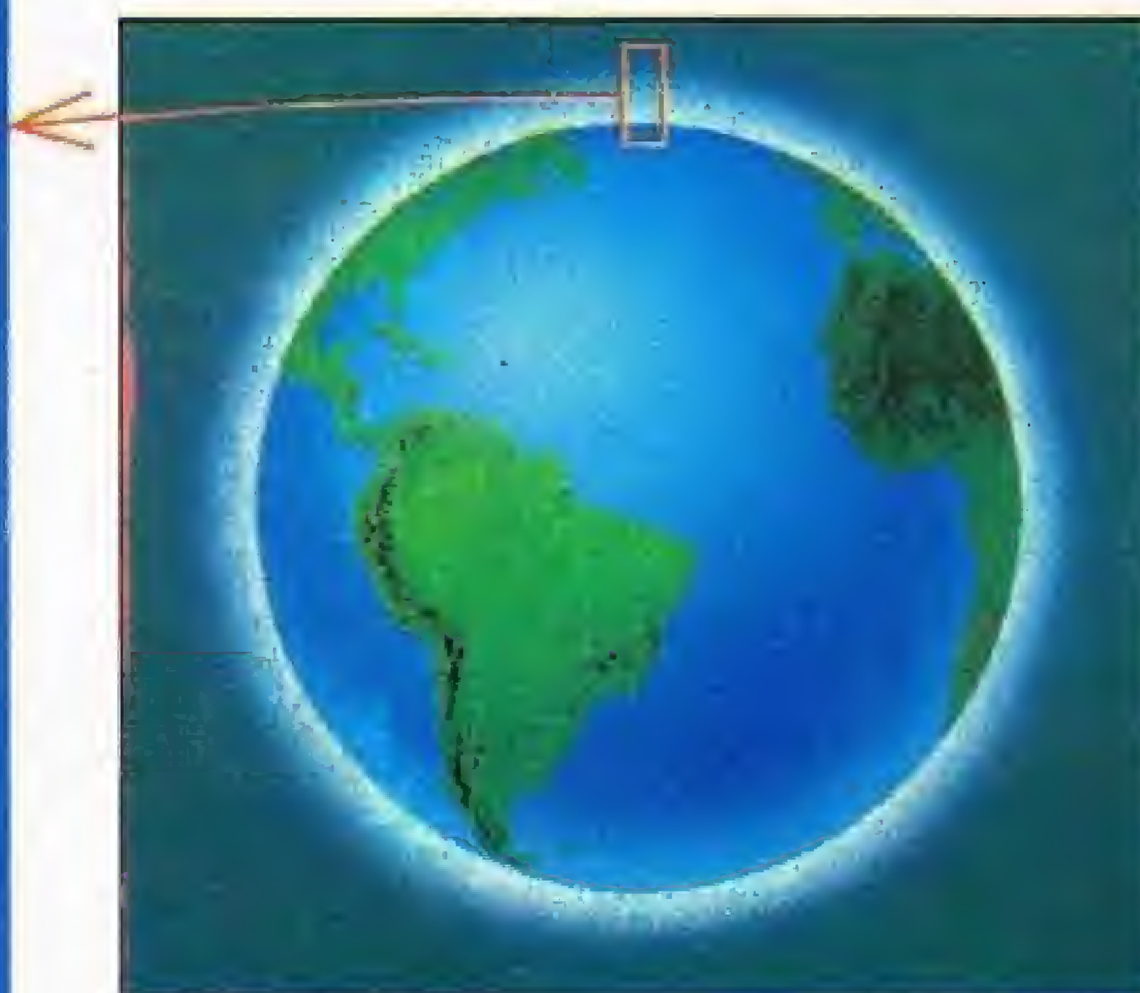
Ionosfera

Mesosfera

Estratosfera

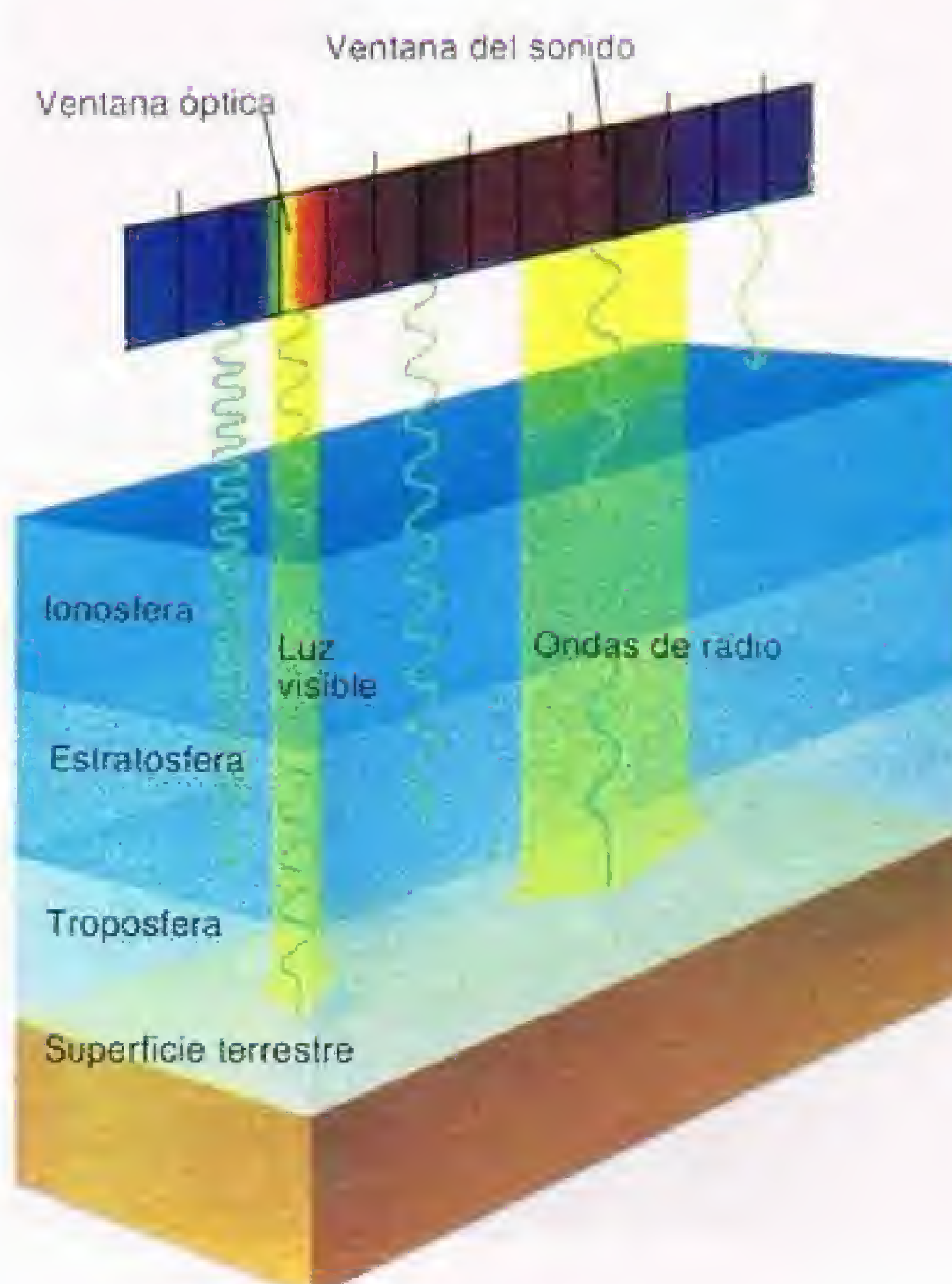
Troposfera

Temperatura	Presión
980 °C	
	10 [illegible] mb
	10 [illegible] mb
	10 [illegible] mb
950 °C	
900 °C	
	10 [illegible] mb
700 °C	
	10 [illegible] mb
166 °C	
−80 °C	
	10 [illegible] mb
±0 °C	
−50 °C	10 [illegible] mb
2 °C	10 [illegible] mb



La atmósfera desde fuera.
Los 1.000 km del diagrama grande aparecen en el gráfico de la izquierda a escala proporcional respecto a la Tierra. Sólo los 10-18 km interiores de la troposfera tienen suficiente vapor de agua y polvo para ser perceptibles a simple vista. A partir de ahí se extiende la negrura del espacio (fotografía inferior). Las nubes parecen suspendidas justo por encima del suelo.





Dos «ventanas».
La atmósfera es impenetrable a la mayor parte de las radiaciones electromagnéticas. Sólo dos «ventanas» dejan pasar radiaciones con longitudes de onda claramente limitadas. La «ventana óptica», abierta a la luz visible y a las zonas adyacentes de rayos ultravioletas e infrarrojos del espectro; la «ventana de sonido» admite ciertas longitudes de onda de radio. Sin embargo, las ondas cortas de radio, que suelen atravesar la atmósfera sin obstáculos, pueden a veces rebotar en las capas cargadas de la ionosfera (véase diagrama grande).

Una cuestión de vida o muerte

La atmósfera de la Tierra está ligada a los procesos de la vida a través de dos ciclos esenciales, el del oxígeno y el del carbono.

El oxígeno es un elemento fundamental de los sistemas energéticos de casi todas las plantas y animales. Estos organismos vivos liberan energía al oxidar grandes moléculas orgánicas, obteniendo el oxígeno a través de la respiración. Este consumo de oxígeno se compensa por fotosíntesis, mediante la cual las plantas verdes elaboran su rica sustancia energética para desarrollarse. Este proceso fundamental, sin el cual sería imposible la vida en la Tierra, es debido a la energía solar, y emplea, como materias primas, el hidrógeno del agua y el carbono del dióxido de carbono. El oxígeno es el subproducto más importante de la fotosíntesis. La mayor parte de los seres vivos han desarrollado complejas defensas contra lo que, para las delicadas sustancias orgánicas de sus células, es un corrosivo gas venenoso. Sólo en los «puntos calientes» de las profundidades del océano, en el cieno del fondo marino y en algunos otros medios altamente deficientes en oxígeno, existen bacterias anaeróbicas, es decir, bacterias que no dependen del oxígeno y que pueden sobrevivir sin protección.

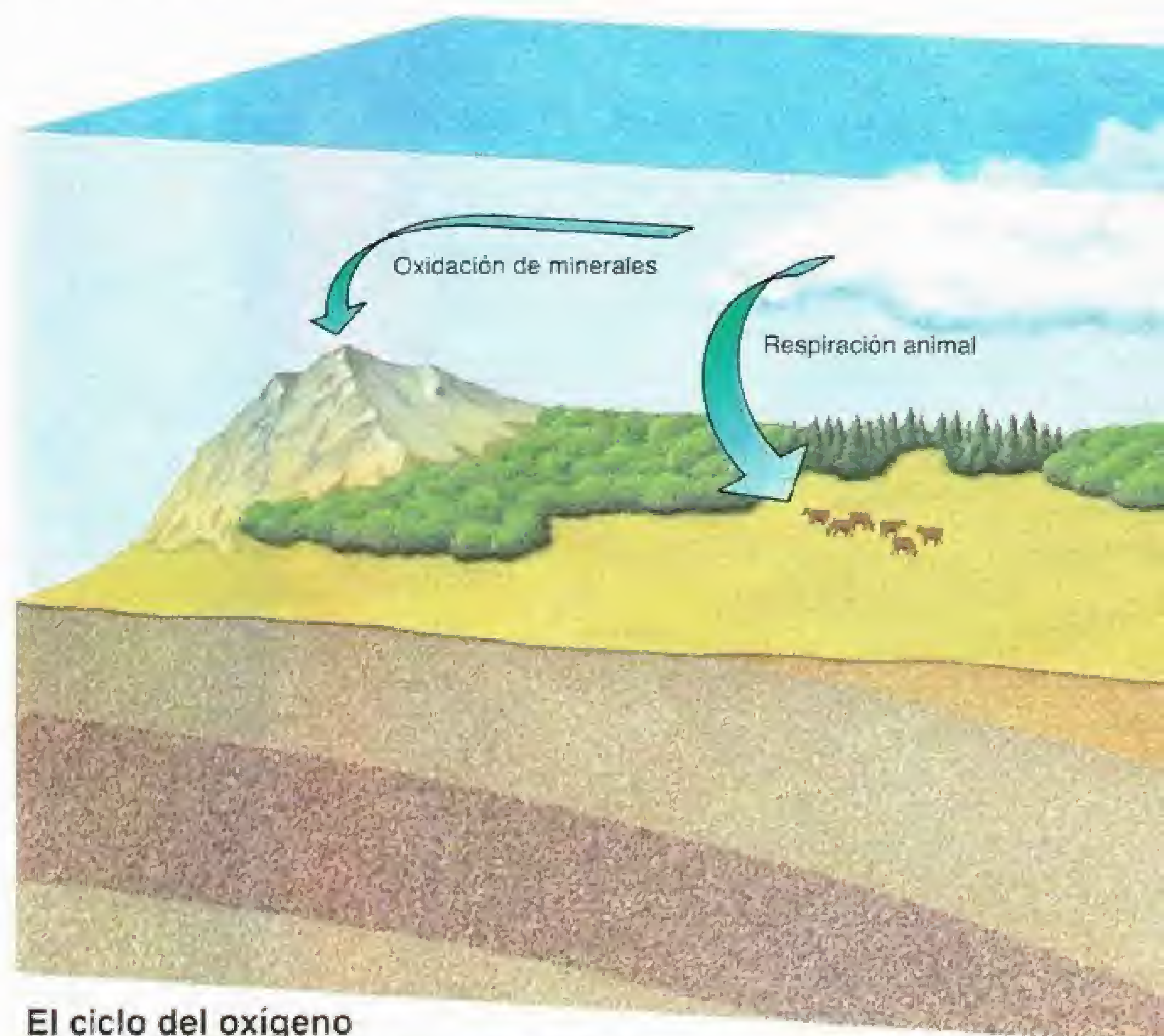
El carbono es el componente fundamental de todos los compuestos orgánicos. Es el elemento primario de la vida. Sin embargo, la cantidad de carbono es limitada, por lo que tiene que ser constantemente reciclado. El carbono de la biosfera —la delgada capa de vida de la Tierra— está en constante circulación entre la materia muerta y la viva. Las plantas verdes, las autótrofas, fijan el carbono de la atmósfera. De esta manera, pasa a formar parte de su biomasa y de la de las heterótrofas: todos aquellos organismos, desde los hongos al hombre, no dotados de clorofila y que tienen que alimentarse consumiendo la materia orgánica sintetizada por las autótrofas.

Nuestro proceso de respiración, así como los agentes de descomposición que descomponen nuestros desechos y finalmente nuestros cuerpos, devuelven el carbono a la atmósfera en forma de dióxido de carbono. El hecho mismo de que el carbono del aire se encuentre en forma de dióxido de carbono significa que los ciclos del oxígeno y del carbono están íntimamente entrelazados.

Estos dos ciclos están relacionados a su vez con otros a una escala geológica mayor. Los rayos ultravioletas disocian el hidrógeno y el oxígeno del agua en la atmósfera exterior, y la oxidación de algunos minerales fija cierta cantidad de oxígeno. El ciclo del carbono es más cerrado, aunque se fija como carbonato cálcico en forma de caliza y creta. En esta parte del ciclo del carbono, la duración se calcula en millones de años.

Las hojas absorben energía solar mediante un proceso fotoquímico dirigido por la clorofila verde.



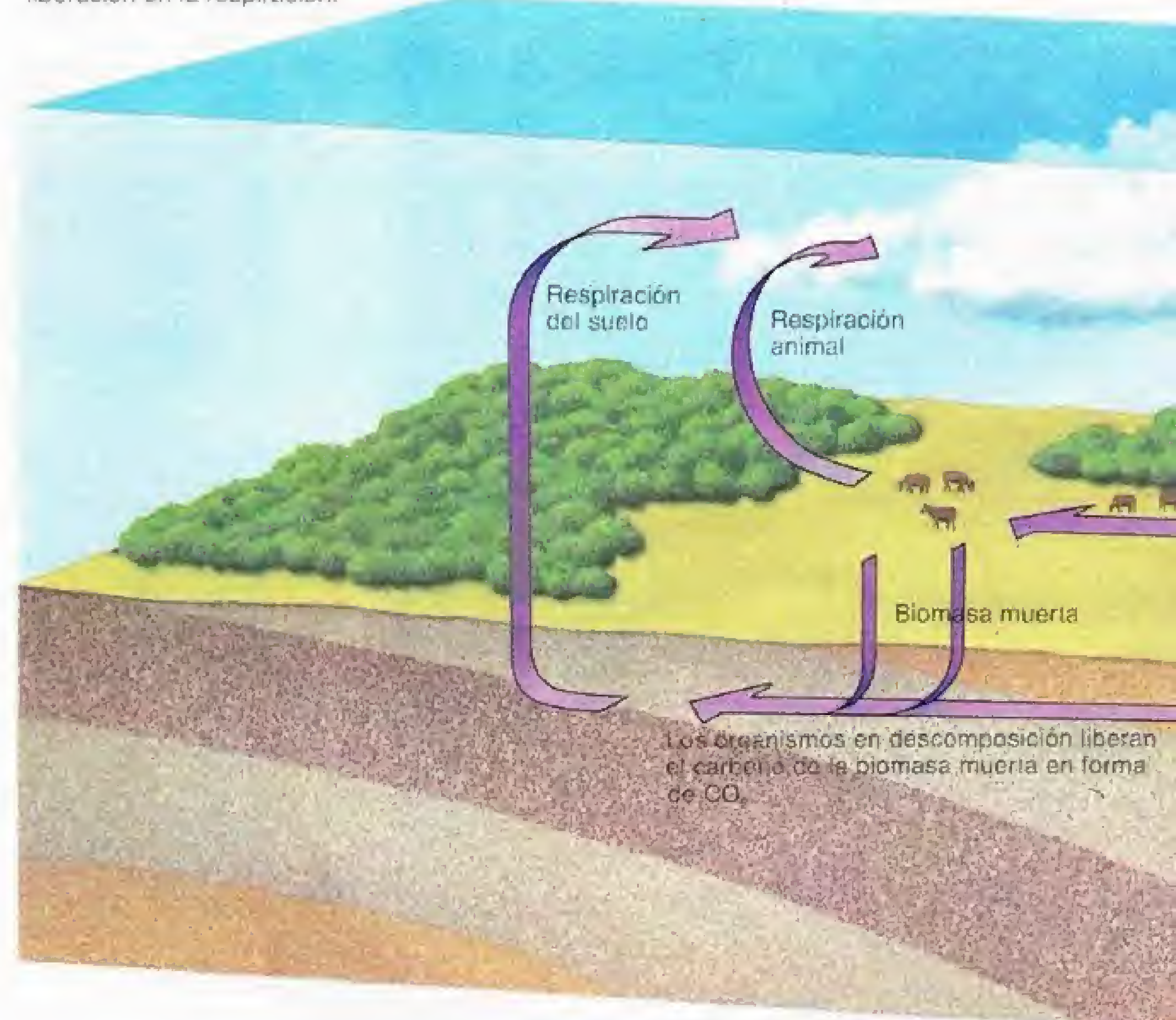


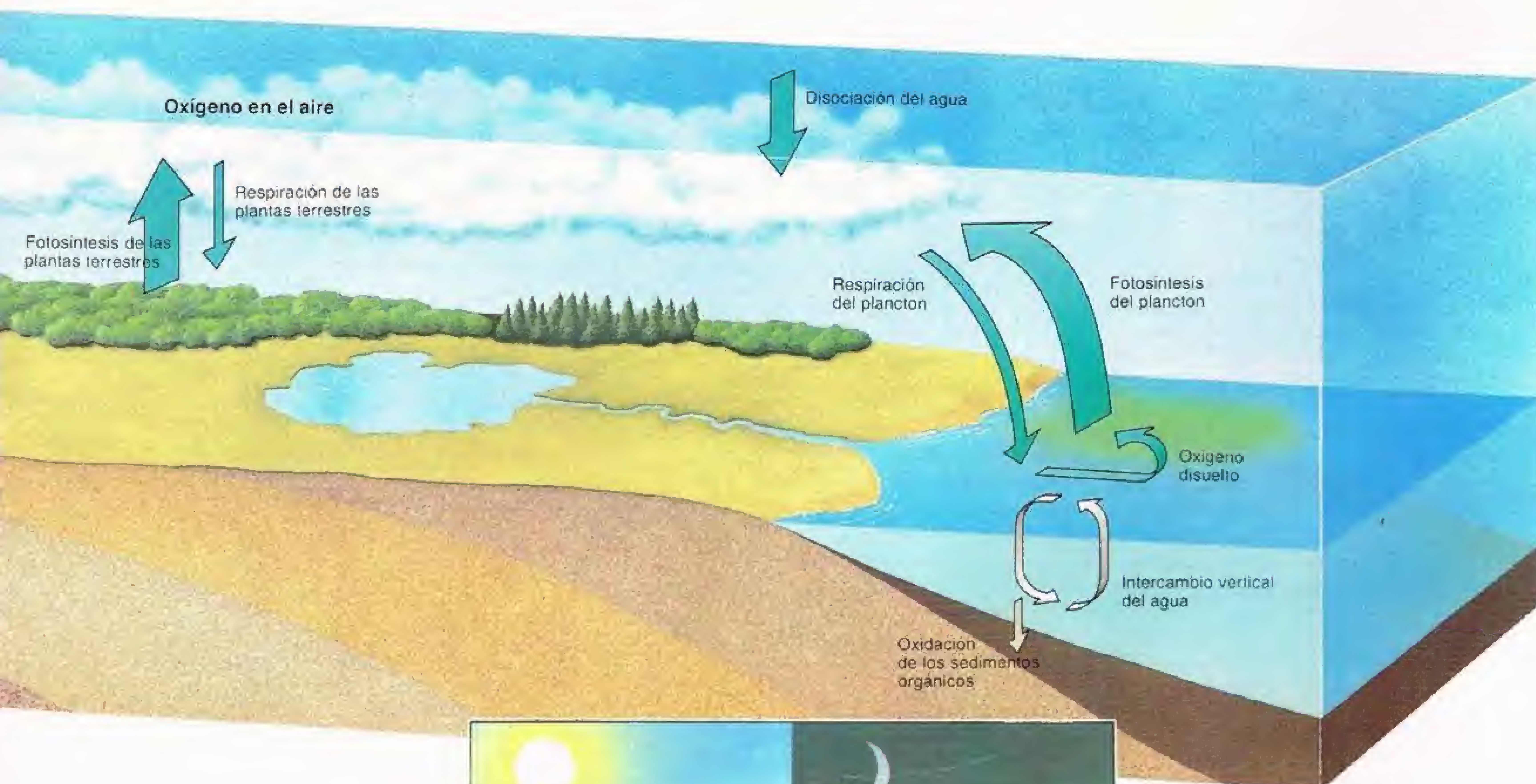
El ciclo del oxígeno

El aire contiene aproximadamente un 21 % de oxígeno; esta concentración es el resultado de millones de años de fotosíntesis de las plantas verdes. El oxígeno que pudo haber existido en la atmósfera primigenia escapó hace mucho tiempo al espacio exterior. Los bosques y el plancton producen la mayor parte del contenido de oxígeno de la atmósfera. La deforestación y la contaminación de los océanos pueden, pues, tener consecuencias peligrosas al disminuir la producción del oxígeno que respiramos. A su vez, los procesos respiratorios de animales y plantas fijan el oxígeno, que es posteriormente liberado como parte del dióxido de carbono, ciclo analizado en la ilustración inferior.

El ciclo del carbono

El dióxido de carbono es un componente usual de la atmósfera de los planetas y se halla presente, por ejemplo, alrededor de Venus y Marte. El contenido medio de CO_2 de la atmósfera de la Tierra es de sólo 0,033 %. El contenido de oxígeno libre en el aire es más de 600 veces mayor. El total de carbono existente en la atmósfera es, en realidad, superior en un 50 % a la cantidad fijada en los organismos vivos. En otras palabras, el carbono es escaso y tiene que reciclarse a mayor velocidad que el oxígeno. Hay enormes cantidades de dióxido de carbono disuelto en los océanos, aunque este carbono no está directamente disponible para el 90 % (calculado por biomasa) de todos los organismos vivos terrestres. El ciclo del carbono es complejo, aunque consiste principalmente en la fijación del carbono en la fotosíntesis de las plantas verdes y en su liberación en la respiración.





Fotosíntesis y respiración

La fotosíntesis absorbe el carbono de la atmósfera y la respiración de las plantas verdes lo libera. De esta manera, el contenido de dióxido de carbono de la atmósfera queda determinado por la lucha entre estos dos procesos. Los procesos vitales de los animales no han influido en el resultado de forma apreciable, ya que más del 90% de toda la biomasa viva es vida vegetal. Ahora, por primera vez, el hombre puede romper este equilibrio con la combustión del carbón y del petróleo.



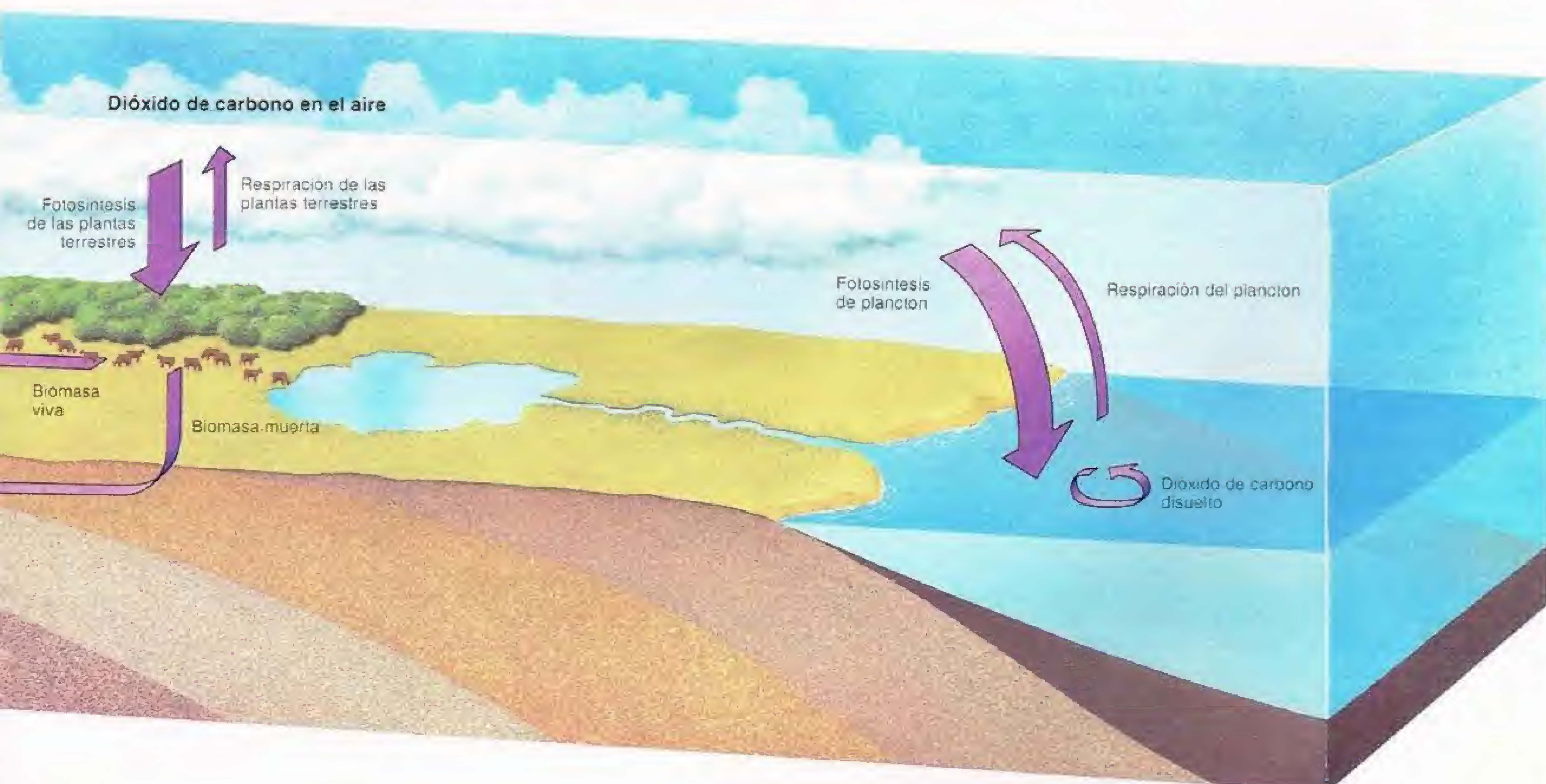
El bosque respira 24 horas al día

La fotosíntesis tiene lugar durante el día, aumentando el nivel de oxígeno de la atmósfera y disminuyendo el de CO_2.
Al anochecer cesa la fotosíntesis, pero continúa la respiración y aumenta el nivel de CO_2, llegando al máximo cerca del amanecer, cuando puede estar un 20% por encima de la media.

¿Dónde está el carbono?

Debe haber más de 50.000 millones de toneladas de carbono en la biosfera disponibles para los procesos vitales.
Su distribución es aproximadamente la siguiente (todas las cifras están en miles de millones de toneladas):

Atmósfera	700
Disuelto en los océanos	39.000
Biomasa viva: en tierra	600
en el mar	< 5
Biomasa muerta	13.000



La circulación del aire

La circulación del aire en la atmósfera es producida por la convección, el trasvase de calor que se produce debido a que los gases o fluidos calientes se elevan mientras que los gases o fluidos fríos descienden. Por ejemplo, si se calienta una pared de una habitación al tiempo que se enfría la de enfrente, el aire se elevará junto a la pared caliente y se desplazará por el techo hasta la pared fría, antes de descender para volver a desplazarse por el suelo hacia la pared caliente.

Sin embargo, la atmósfera real es como una habitación muy larga con un techo muy bajo. La distancia desde el Ecuador a los Polos es de 10.000 km, mientras que la «altura del techo» hasta la tropopausa es de sólo unos 10 km. El aire, pues, se fracciona en una serie de pequeños lazos o «células convectivas». Entre el Ecuador y cada uno de los Polos existen tres células y dentro de éstas la circulación es principalmente en dirección norte-sur.

Acondicionamiento climático a gran escala

El resultado de esta circulación es un flujo de energía térmica hacia los Polos y una nivelación del clima, que hacen habitables tanto las regiones ecuatoriales como las polares. La atmósfera mantiene generalmente su estado de equilibrio, pues toda corriente de aire de dirección norte se ve contrarrestada por otra de dirección sur. De la misma forma, las depresiones en los niveles inferiores de la troposfera se ven equilibradas por las áreas de alta presión en los niveles superiores y viceversa. El trasvase atmosférico de calor está estrechamente relacionado con el intercambio de humedad entre el mar y la masa continental y entre las diferentes latitudes. El aire húmedo puede transportar mayores cantidades de energía que el aire seco.

Debido a que los cinturones de las células convectivas se mueven en sentido este-oeste, el clima y la meteorología varían según la latitud. En la zona de convergencia intertropical (zona de las calmas ecuatoriales) y en torno al Trópico de Cáncer y al Trópico de Capricornio, denominados «latitudes puentes», los barcos de vela podían pasar semanas a la deriva, incapaces de seguir un rumbo, mientras que los «rugientes cuarenta» del Atlántico Sur (40°-50° S) eran famosos entre los marinos por sus terribles vientos. Las zonas climáticas se perciben con especial claridad en el mar, al no existir masas continentales que las modifiquen.

El hombre y los vientos

Durante miles de años el hombre ha dependido de los vientos: ellos traían la lluvia a la tierra e impulsaban los barcos por los mares. Así, hace siglos que conocemos los cinturones de vientos del oeste, los vientos alisios y los monzones del sistema general de circulación. Incluso en el presente siglo, los barcos árabes navegaban de África oriental a la India con los monzones del sureste, regresando con los monzones del noreste, sin necesidad de brújula. Bastaba únicamente con los vientos.

Sin embargo, hasta la aparición del globo, a finales del siglo XVIII, no fue posible estudiar las condiciones meteorológicas a grandes alturas. El globo sigue siendo un importante medio de investigación, si bien en la actualidad, en lugar de transportar personalmente a los científicos, lleva un reflector de radar o un equipo de instrumentos y un transmisor de radio. Hoy en día, los aviones de gran altura y los satélites son también importantes auxiliares de la meteorología. Gracias a ellos hemos descubierto la corriente en chorro («Jet Stream»), que se mueve en sentido oeste-este. Sopla a velocidades de hasta 500 km/h a alturas de 9.000-10.000 m, a lo largo del límite entre el Ártico y los cinturones de convección de la zona templada.

Frentes meteorológicos

La circulación en el interior de las diversas células convectivas es mayor que el intercambio de aire entre éstas, por lo que la temperatura de dos células próximas puede variar considerablemente. Consecuentemente, los límites entre las diversas células convectivas son zonas en las que las masas de aire cálido y las de aire frío se oponen entre sí, avanzando y retrocediendo. En el hemisferio norte la línea divisoria entre el Ártico y las zonas templadas de convección es el frente polar, que determina el tiempo meteorológico en el norte de Europa y de América del Norte. Este frente es inestable, abriéndose paso a veces hacia el norte, a veces hacia el sur, desde una latitud media de 60° N. Las depresiones quedan atrapadas en las profundas concavidades de este frente y posteriormente se desplazan con él hacia el este, con zonas de lluvia y nieve. De esta forma, la circulación general del aire determina no sólo el clima a largo plazo, sino también el tiempo inmediato.



Circulación general

La circulación del aire a gran escala se realiza por convección. El aire cálido se eleva en el Ecuador y luego se desplaza hacia el norte o el sur, mientras que las corrientes de aire frío se desplazan de los Polos al Ecuador. Cada hemisferio tiene tres cinturones de células convectivas y la circulación en el seno de cada uno de los cinturones es mayor que entre ellos.

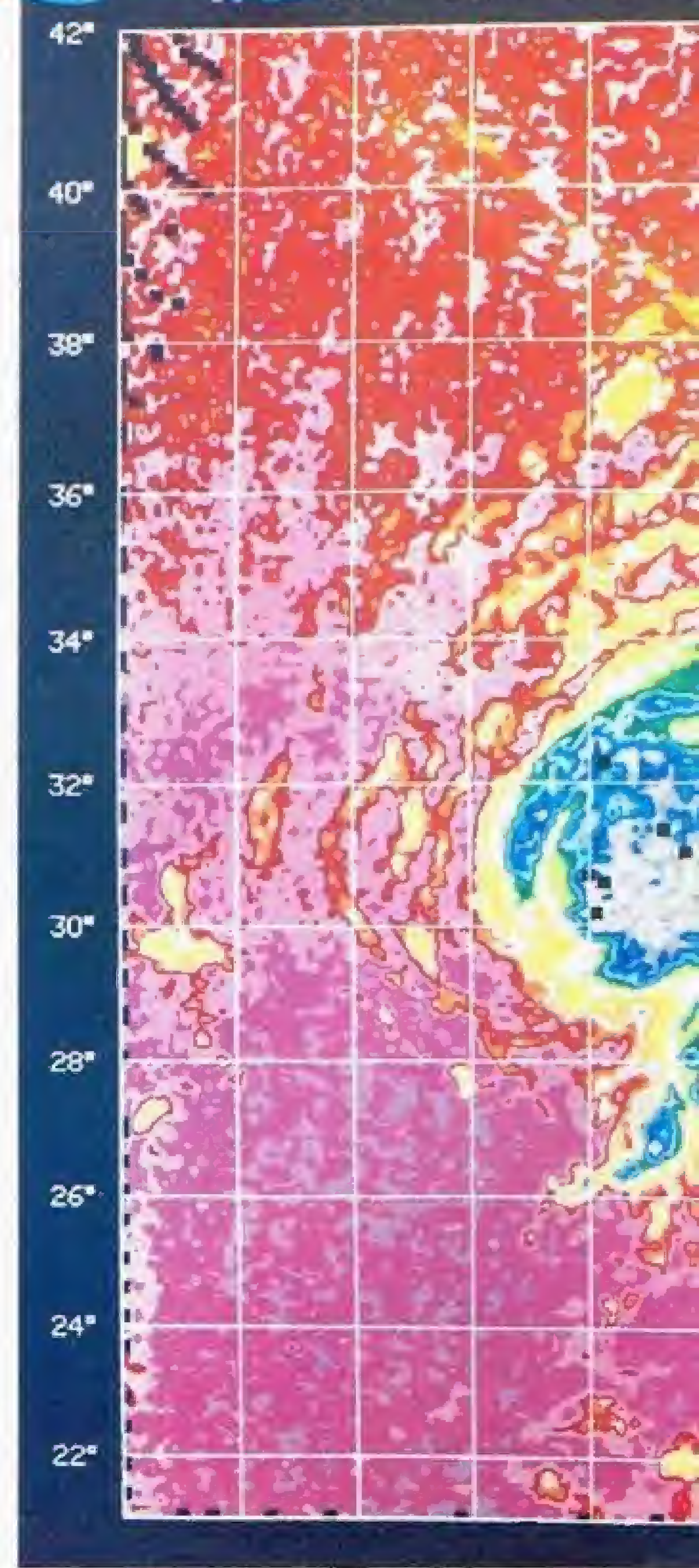
Si la Tierra no rotase, los vientos soplarían principalmente en sentido norte-sur. La rotación de la Tierra hace que desvíen su rumbo (flechas oblicuas). El modelo presentado sobre estas líneas es esquemático y presupone un planeta totalmente cubierto de agua. Los continentes crean sistemas de vientos locales.

A ras de tierra, el aire se desplaza desde ambos hemisferios hacia el Ecuador. Una zona de convergencia intertropical va a lo largo del Ecuador y los marinos del pasado procuraban evitarla por sus vientos débiles e inestables. El intercambio de aire entre los hemisferios norte y sur es un proceso bastante lento.

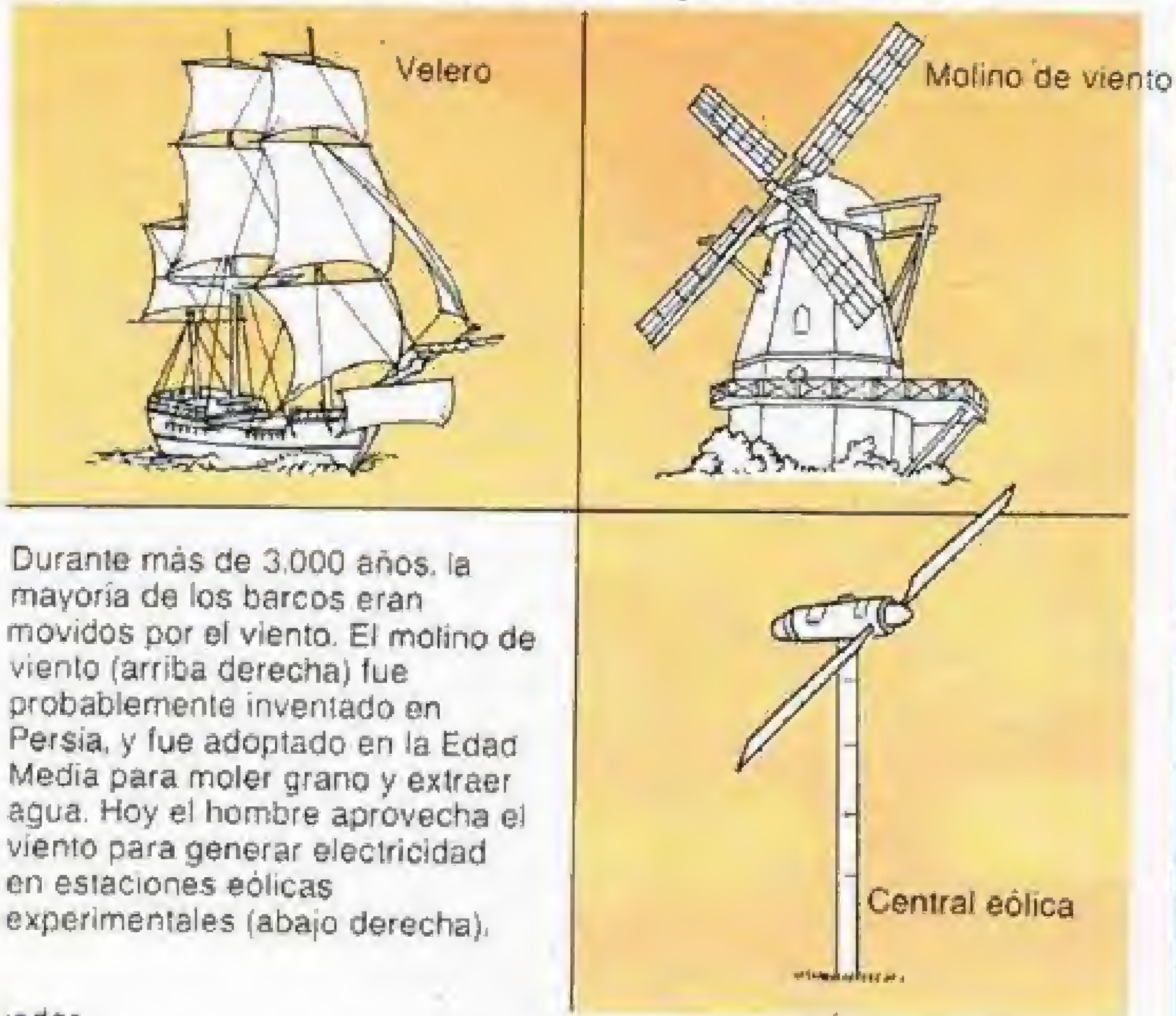
Un ciclón tropical

Un huracán del Golfo de México que se dirige a la costa de Estados Unidos es vigilado por instrumentos sensores de temperatura instalados en un satélite meteorológico. En la estación de tierra, los datos numéricos se trasladan a un mapa (derecha). El núcleo del huracán es una pequeña pero muy intensa depresión, y se puede apreciar claramente la espiral de aire en dirección al «ojo».

Los colores los produce el ordenador que realiza el mapa e indican las temperaturas de la alta troposfera, a unos 10.000 m de altura. La escala de colores, en el extremo derecho, está graduada en Kelvins. Un Kelvin (K) equivale a 1 °C, aunque el cero de la escala es el cero absoluto, −273,2 °C.



Aprovechamiento del viento por el hombre

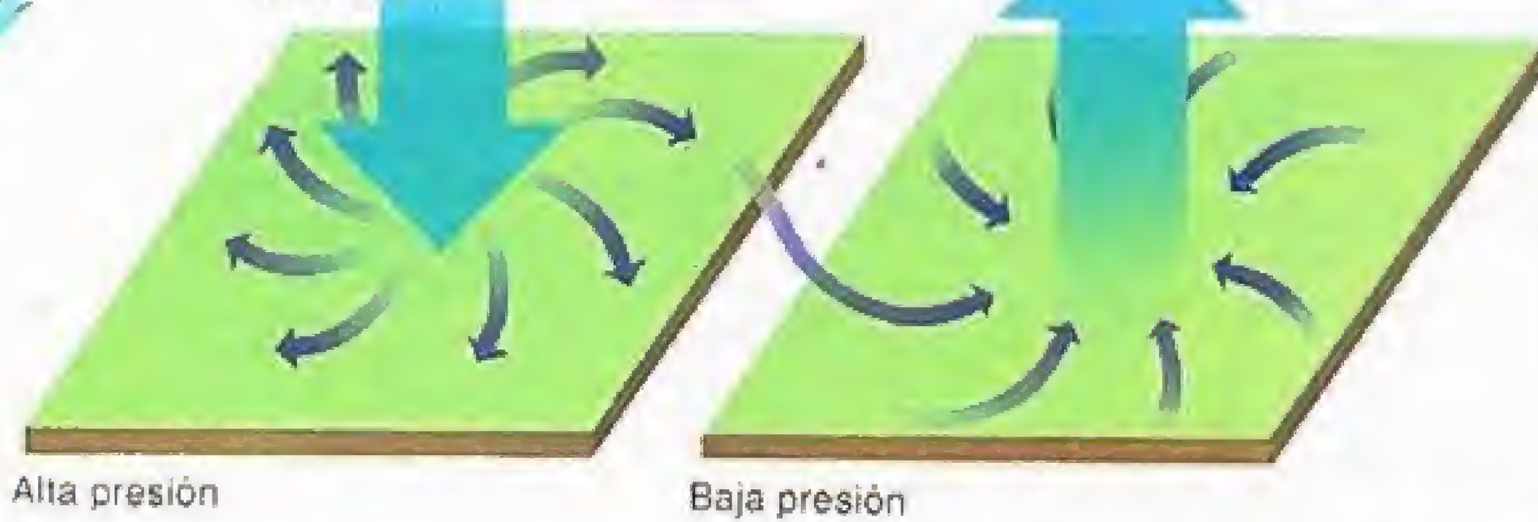


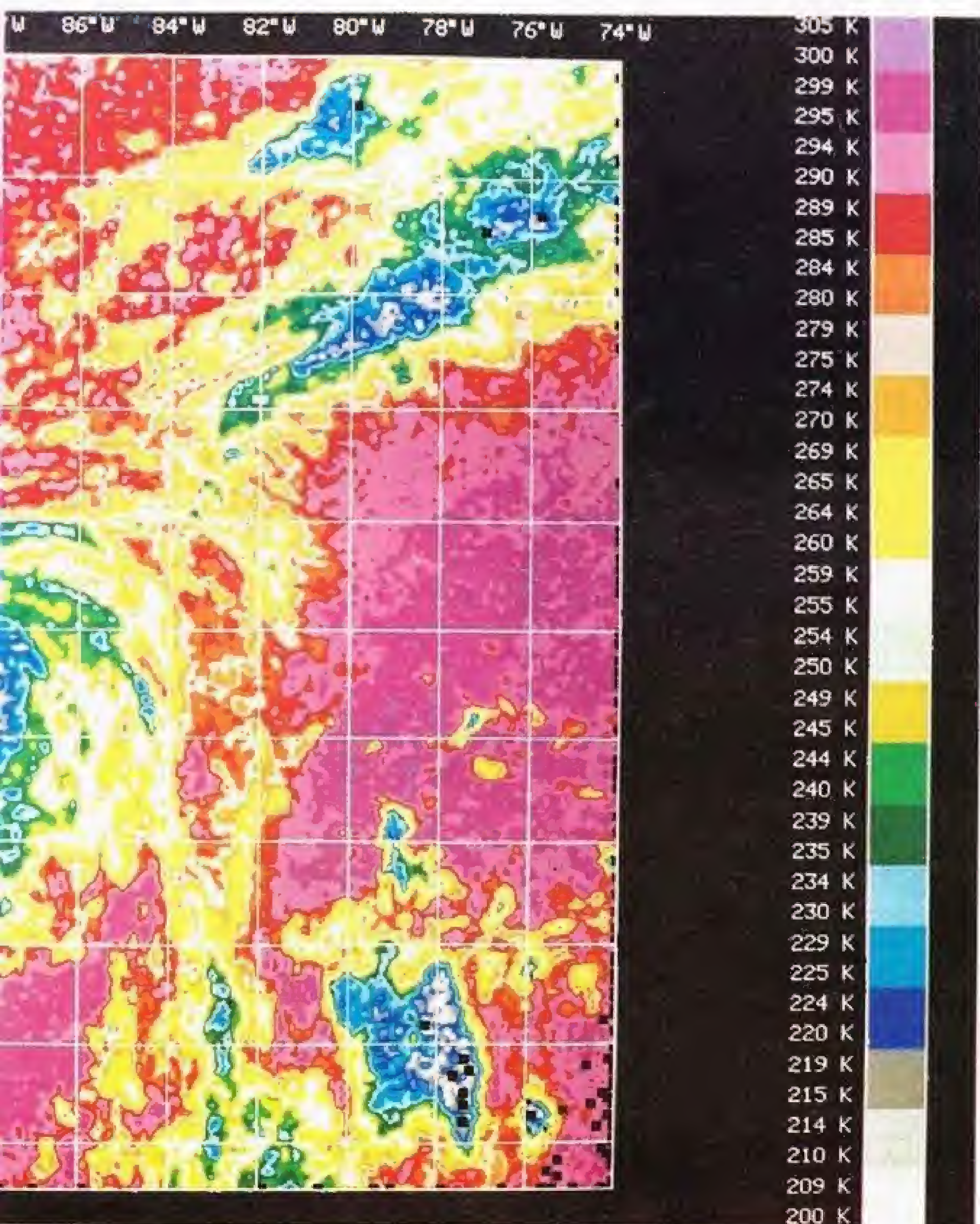
Durante más de 3.000 años, la mayoría de los barcos eran movidos por el viento. El molino de viento (arriba derecha) fue probablemente inventado en Persia, y fue adoptado en la Edad Media para moler grano y extraer agua. Hoy el hombre aprovecha el viento para generar electricidad en estaciones eólicas experimentales (abajo derecha).

Ecuador

Circulación local

En el hemisferio norte, la rotación de la Tierra desvía los vientos haciendo que soplen en el sentido de las agujas del reloj en torno a un área de alta presión (un anticiclón), y en sentido contrario en torno a una depresión (un ciclón). En el hemisferio sur, siguen el sentido contrario.



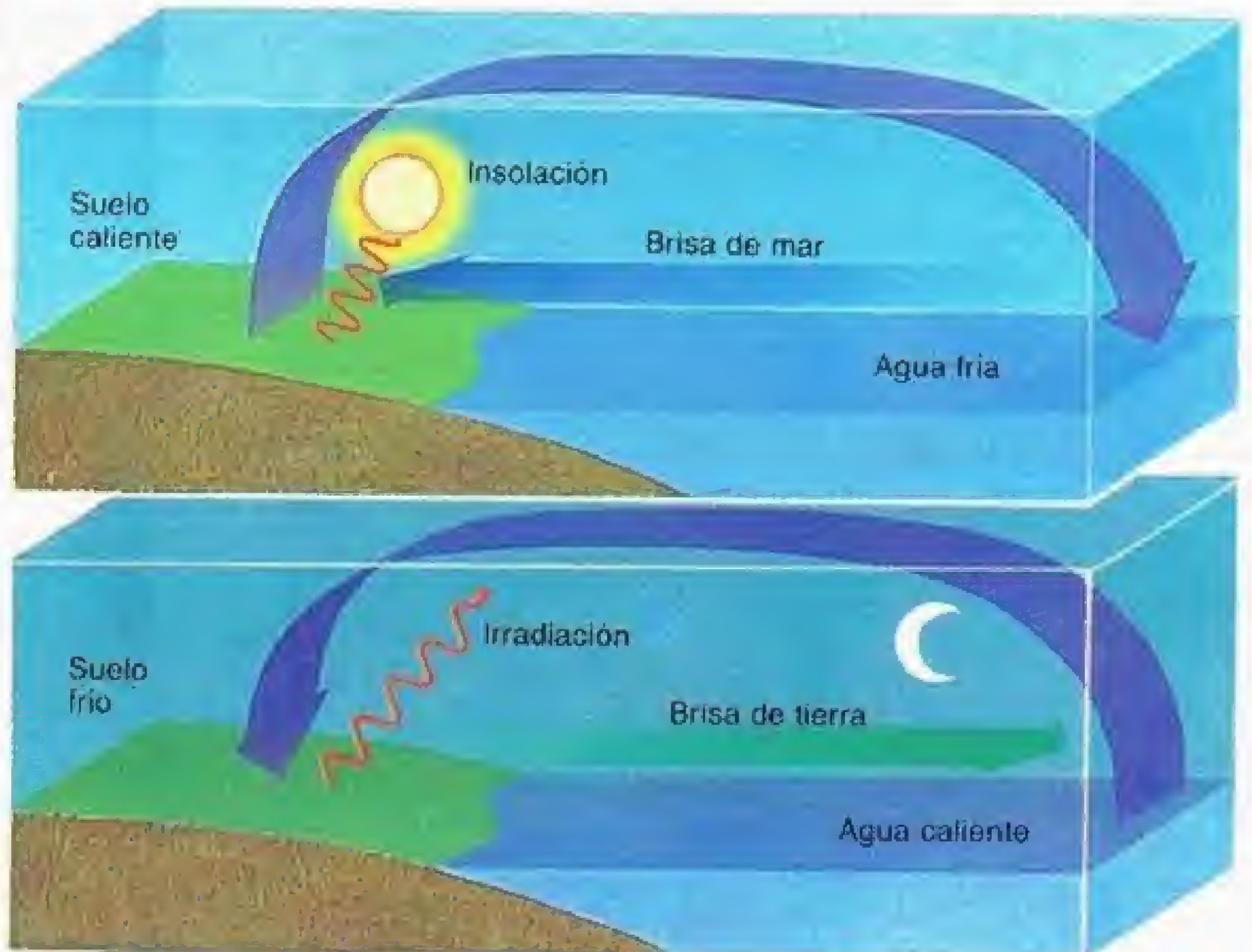




Montañas, vientos y lluvia

Cuando en la trayectoria del viento dominante se interpone una cordillera, la masa de aire que se eleva en el lado de barlovento se enfría y la humedad se precipita en forma de lluvia. Esta es la causa de que las colinas de Assam lleguen a tener hasta 250 cm (2.500 mm) de lluvia en un mes durante el monzón Suroeste. La parte de sotavento se halla en la «sombra pluviométrica» y tiene un clima seco.

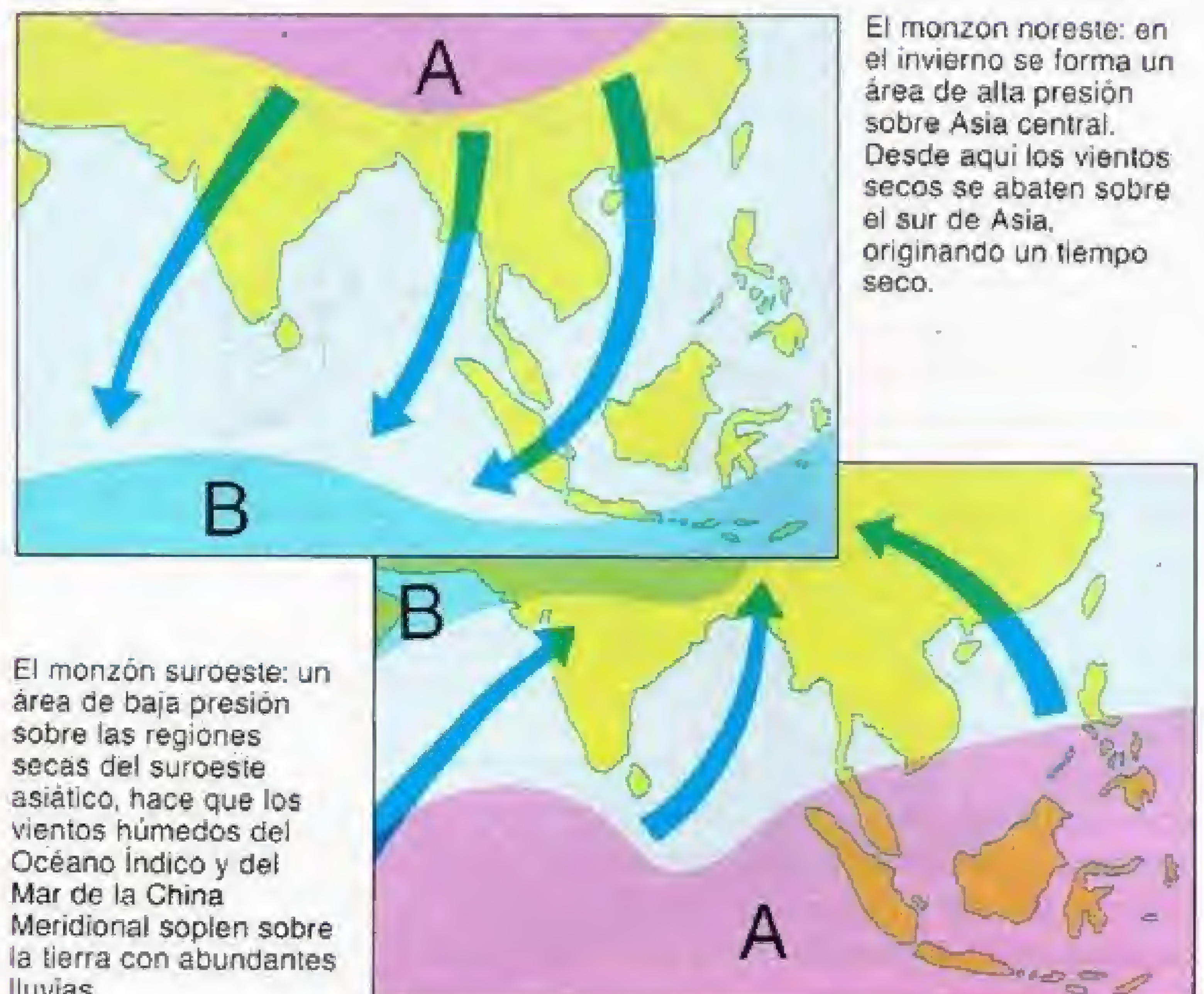
Brisas



Durante el día, la tierra se calienta con más rapidez que el mar y el aire situado sobre la tierra se eleva. Su lugar es ocupado por aire más frío del mar, creando una brisa de mar. De noche la tierra se enfría rápidamente mientras que el agua conserva el calor. El aire se eleva en el mar, creando una brisa de tierra. A mayores alturas el sentido se invierte, a menos que otros sistemas de vientos mayores alteren el proceso.

Vientos estacionales

Los monzones son brisas de mar y de tierra a gran escala, activadas por cambios de temperaturas anuales, no diarios. Dan lugar a períodos lluviosos y secos en el sur y en el este de Asia.



El monzon noreste: en el invierno se forma un área de alta presión sobre Asia central. Desde aquí los vientos secos se abaten sobre el sur de Asia, originando un tiempo seco.

El monzón suroeste: un área de baja presión sobre las regiones secas del suroeste asiático, hace que los vientos húmedos del Océano Índico y del Mar de la China Meridional soplen sobre la tierra con abundantes lluvias.

Entre las nubes

La energía solar que calienta la atmósfera de la Tierra no es sólo responsable del sistema general de circulación, sino también de la circulación local del aire. La circulación general se desarrolla principalmente en sentido horizontal, moviendo el aire cálido de los trópicos a las regiones polares y el aire frío en sentido contrario. La circulación local, por su parte, opera más bien verticalmente, dando lugar a las corrientes ascendentes y descendentes. Estos vientos verticales no se pueden ver ni sentir, excepto en un avión, donde la turbulencia puede crear «baches» incómodos; sin embargo, vemos a diario un producto de los vientos verticales, las nubes del cielo. Algunos conocidos vientos locales, como el mistral y el siroco, son básicamente vientos «horizontales».



Los frentes fríos y cálidos determinan los cambios meteorológicos en las latitudes templadas. Cuando el aire frío (izquierda) se abre paso por debajo del aire cálido suele producir una fuerte tormenta. El frente cálido (derecha) se produce cuando aire cálido, generalmente húmedo, se desplaza sobre el aire frío. El resultado es una lluvia regular más que fuertes aguaceros. El frente frío está siempre más inclinado que el frente cálido; los ángulos de inclinación son aproximadamente de 5° y 2,5° respectivamente. Las diferentes formaciones nubosas anuncian la llegada de los diversos frentes.

Aire y agua

El aire de la troposfera contiene siempre cierta cantidad de vapor de agua. La cantidad depende de la evaporación: sobre el mar la humedad es alta, sobre el desierto es muy baja. Hay también una cantidad máxima, relacionada con la temperatura. A los 20° C, un metro cúbico de aire puede contener hasta 17,3 g de agua. Si la temperatura desciende a cero, ese mismo volumen de aire sólo puede retener 4,9 g de agua; el resto se precipita en forma de pequeñas gotas microscópicas. Estas gotas se forman alrededor de núcleos de condensación, que pueden ser bien partículas de polvo o bien pequeños cristales de sal de la superficie del mar. Cuando esto sucede a ras del suelo se le denomina niebla, mientras que a mayores alturas da lugar a las nubes. Estas gotas son tan diminutas que pueden permanecer suspendidas indefinidamente en corrientes ascendentes muy ligeras. Si se unen formando gotas mayores, caen en forma de lluvia.



La circulación del aire, tanto general como localmente, es activada por diferencias de temperatura: el aire caliente se eleva, el aire frío desciende. Las corrientes de aire ascendentes y descendentes deben equilibrarse mutuamente.

Montañas, frentes y corrientes térmicas

¿Cómo puede enfriarse rápidamente una masa de aire cálido? En ciertos casos, esta pérdida de calor puede darse mediante la conducción térmica al pasar sobre un suelo frío o un mar helado, o de noche por la irradiación. Pero una forma más rápida consiste en obligar a la masa de aire a elevarse, haciéndolo expandirse debido a la menor presión existente a su alrededor. A este tipo de expansión adiabática (expansión sin aumento de calor) le sigue siempre un descenso de la temperatura.

Una cordillera interpuesta en el sentido del viento puede obligar al aire a elevarse de forma natural. Así, se suelen formar las nubes de lluvia en el lado de barlovento de montañas o colinas, mientras que en el lado de sotavento se halla en una «sombra pluviométrica». Por ejemplo, la cordillera del Himalaya obliga a los vientos húmedos del monzón a soltar la mayor parte de la lluvia sobre el norte de la India, mientras que la meseta tibetana permanece seca. Los frentes funcionan como cordilleras móviles: a lo largo de un frente frío el aire se introduce por debajo de una masa de aire cálido, obligándola a elevarse, generalmente con fuertes lluvias y tormentas. Se produce un frente cálido cuando el aire caliente se eleva sobre una masa de aire frío, desplazándola.

Las corrientes cálidas ascendentes, denominadas «térmicas» por los pilotos de planeadores, proceden del calentamiento local del suelo y del aire situado sobre él por efecto del sol. El aire caliente se eleva debido a su temperatura y humedad relativa respecto a la masa de aire circundante. Cuando el aire llega a una cierta altura, la «base de nubes», el vapor de agua se condensa. Así se forman sobre este nivel los cúmulos ondulantes.

Precipitación



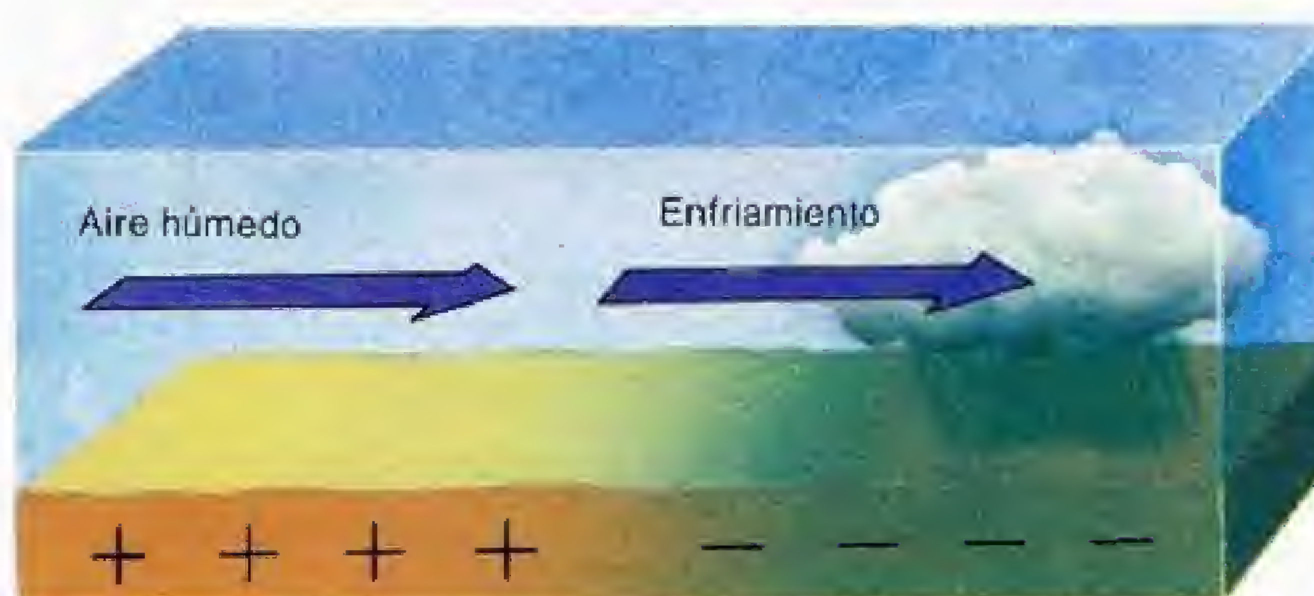
Montañas y lluvias

Cuando una montaña obliga a elevarse a los vientos húmedos, la reducción de presión resultante a elevadas alturas produce un descenso de la temperatura y la formación de nubes. De esta forma, ciertos puntos al sur del Himalaya pueden tener 250 cm de lluvia en un mes.

La tormenta

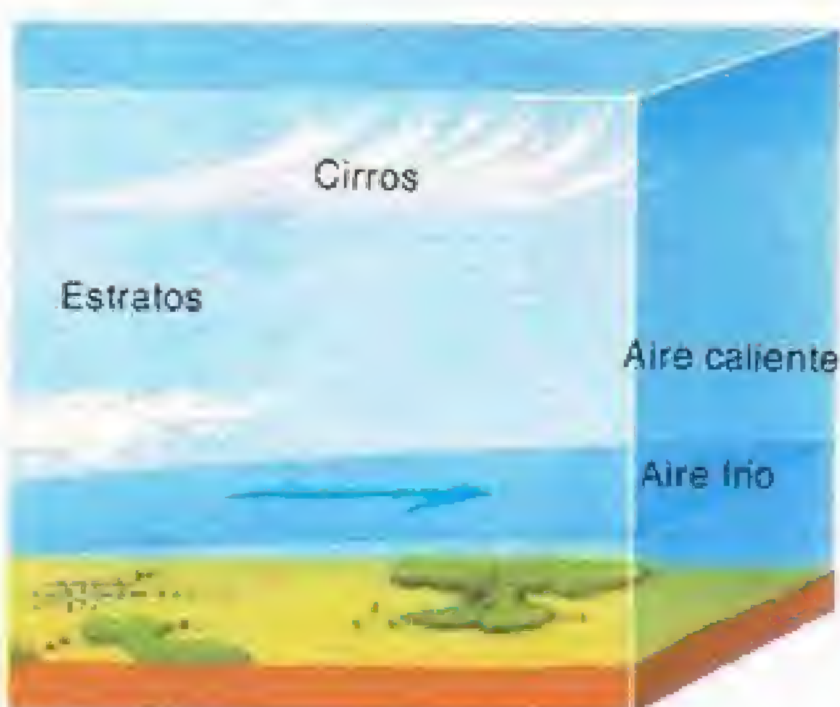
Las fuertes corrientes ascendentes, bien de naturaleza térmica o producidas por el paso de un frente frío, suelen ir seguidas de tormentas. Las diminutas gotas de agua en circulación dentro de la nube desarrollan distintas cargas eléctricas y se crean enormes diferencias de voltaje en diversas partes de la nube, hasta que finalmente se descargan en forma de rayos. Sin embargo, el interior de una nube de tormenta es un medio complejo y todavía no se conoce bien cómo se separan las cargas positivas y negativas y cómo se trasladan a diferentes partes de la nube. La energía total de una tormenta eléctrica puede ser de la misma magnitud que la de una explosión nuclear.

Un rayo dura sólo aproximadamente 1/1.000 de segundo, aunque la energía eléctrica de esta breve descarga puede llegar a cientos de miles de amperios. El trueno se produce por el rápido calentamiento y expansión del aire al producirse el rayo, que crea un tremendo aumento de la presión y da lugar al tronido.



Frío y lluvia

Un proceso de enfriamiento puede producirse también a consecuencia de la pérdida de calor hacia un suelo frío o una masa de agua fría o por la irradiación. Este proceso produce también nieblas, es decir, nubes a nivel del suelo.



Un cúmulo no es sólo una nube de buen tiempo. Puede convertirse en una nube de tormenta (cúmulo nimbos o *cumulus tonans*) y a veces la nube toma forma de «yunque» (*cumulonimbus incus*, derecha).

Una nube de tormenta

Los cúmulos tropicales pueden alcanzar alturas de más de 10.000 m. Sin embargo, en las zonas templadas, estas nubes suelen estar bastante más bajas.

A grandes alturas, las gotas de agua se hielan. Según suben y bajan se van formando más y más capas de hielo. Finalmente, caen en forma de granizo.

La parte superior de la nube está formada frecuentemente por cristales de hielo. El nivel al que se hielan las gotas de agua depende de la temperatura.

Corrientes ascendentes soplan dentro de la nube, alcanzando a veces fuerza de vendaval. Adquieren mayor fuerza justo por encima de la base de nubes, cuando la condensación libera calor, aumentando la «flotación» del aire.

Las corrientes descendentes no tienen la fuerza de las ascendentes, pero pueden ser muy violentas. Corrientes descendentes y ascendentes producen turbulencias que han llegado a romper las alas de aviones ligeros.

La base de nubes es el nivel en el que la temperatura permite que se inicie la condensación.

Las tormentas se producen en nubes con circulación violenta. Las corrientes de aire forman un generador electrostático gigantesco.

Los pilotos de planeadores buscan las «corrientes térmicas» y ganan altura girando en su interior. Su instrumento más importante es el variómetro, que registra las velocidades de subida y bajada.

El aire cálido se concentra sobre el suelo caliente hasta perder contacto con la superficie y elevarse como un globo de aire. Es reemplazado por aire frío, que a su vez se va calentando.

Estaciones y climas

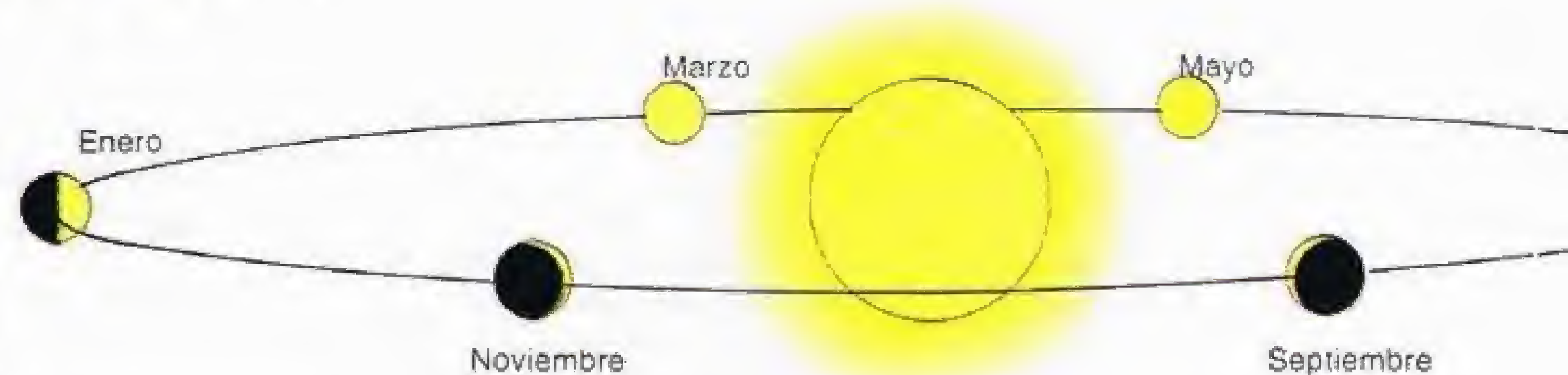
La Tierra gira alrededor del Sol en un recorrido elíptico, y el Sol, el cuerpo central de nuestro sistema planetario, se encuentra en uno de los focos de esta elipse. En términos astronómicos, la distancia entre la Tierra y el Sol no varía mucho. La distancia media es un poco menos de 150 millones de kilómetros. La Tierra da una vuelta alrededor del Sol en poco más de 365 días y seis horas; las horas sueltas forman un día bisiesto cada cuatro años.

Es fácil darse cuenta de que las variaciones estacionales no son resultado de la variación de la distancia de la Tierra al Sol; si así fuera, el hemisferio norte y el sur tendrían el verano al mismo tiempo. Las variaciones estacionales de temperatura y de horas de día y noche son consecuencia del eje oblicuo de la Tierra, que inclina primero un hemisferio y luego el otro hacia el Sol. Si la tierra careciera de atmósfera y de hidrosfera, este eje oblicuo no tendría ninguna consecuencia importante. Nuestro satélite, la Luna, no tiene nada semejante a las estaciones. Sin embargo, en la Tierra, las diferencias en la distribución de la energía solar que llega a su superficie activa los movimientos del aire y del mar en un ciclo diario o anual. Los vientos, las olas y las corrientes, el calor húmedo de las selvas tropicales y el frío penetrante de la tundra, son resultado todos ellos de variaciones locales y periódicas. Las consecuencias llegan aun más lejos: el clima determina el tipo de vegetación y la fauna que ésta alimenta. Todos los tipos de clima tienen su propio ecosistema.

El clima es el valor medio del tiempo. Los climatólogos calculan esta media a lo largo de un período de 30 años con el fin de conseguir cifras representativas en las que poder basar sus clasificaciones. En la década de 1910, el austriaco Köppen trazó una clasificación de los climas del mundo basada en dos variables, la temperatura y el régimen de precipitaciones. Este sistema se sigue usando en líneas generales y es la base de la tabla de climas que aquí se muestra. Se pueden emplear otras variables: la relación entre precipitaciones y evaporación, el número de horas de insolación, la altura sobre el nivel del mar, la relación entre radiaciones incidentes y radiaciones reflejadas, y así sucesivamente. El balance de radiación, en especial, tiene una importancia fundamental. Los calurosos días y las frías noches del Sahara, por ejemplo, se producen porque la atmósfera seca no obstaculiza lo más mínimo las radiaciones incidentes durante el día ni las radiaciones reflejadas por la noche.

El frío del invierno se intensifica cuando la blanca nieve y el hielo reflejan una gran parte del calor solar que nos llega. La distancia al mar determina la diferencia entre un clima continental y un clima marítimo. El clima continental suele ser seco con grandes diferencias entre el verano y el invierno, mientras que el clima marítimo es más húmedo y tiene una temperatura más regular. En Verjoiansk, en la tundra siberiana, la diferencia entre las temperaturas medias de los meses más cálidos y los más fríos del año es de 68° C. En Godthåb, en la costa oeste de Groenlandia, es de sólo 17° C.

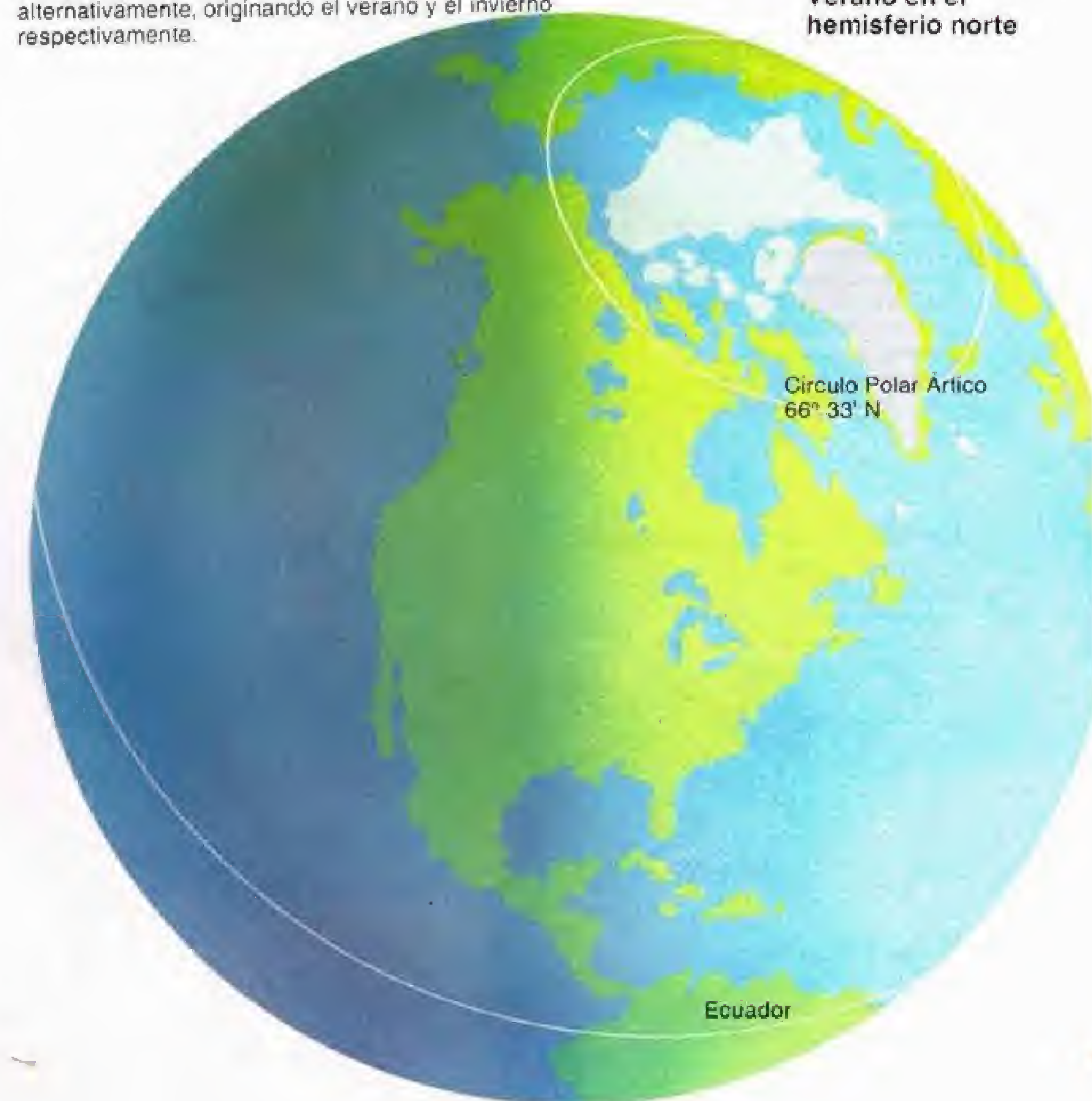
Los científicos están estudiando el clima de la Tierra en épocas geológicas pasadas, el paleoclima. La geología proporciona ciertas claves. Hay tipos de roca en Inglaterra, por ejemplo, que se formaron durante un clima desértico. El estudio de los anillos de crecimiento anual de los árboles vivos y fósiles, la dendrocronología nos permite remontarnos a miles de años atrás. La relación entre los diferentes isótopos de oxígeno en el hielo interior de Groenlandia y entre muestras de cieno de las profundidades marinas nos dan cierta indicación de los cambios climáticos del pasado. Pero es un tema complejo y no resulta fácil establecer una correlación entre los diferentes resultados.



En torno al Sol
En el curso de un año la Tierra recorre una órbita completa alrededor del Sol. Esta órbita, de aproximadamente 940 millones de km, es elíptica, aunque esto no influye en los cambios de estación. De hecho, la Tierra está más próxima al Sol en enero. El ángulo de inclinación del eje de la Tierra determina las estaciones.

Las estaciones
El eje de la Tierra que va del Polo norte al Polo sur se inclina 23° 27' en relación con el plano de su órbita, la eclíptica. Como el eje de un giróscopo o de una peonza, el eje de la Tierra señala siempre en la misma dirección, a pesar de que el planeta gire alrededor del Sol. Esta es la causa de que los dos hemisferios miren hacia al Sol alternativamente, originando el verano y el invierno respectivamente.

Verano en el hemisferio norte

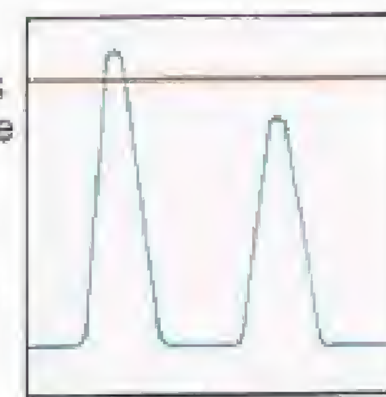


Calor, humedad y vegetación

Selva ecuatorial de tierras bajas: temperatura y humedad altas y regulares durante todo el año.



Sabana: temperaturas altas y regulares aunque las lluvias se distribuyen irregularmente, generalmente con dos períodos de lluvias al año.

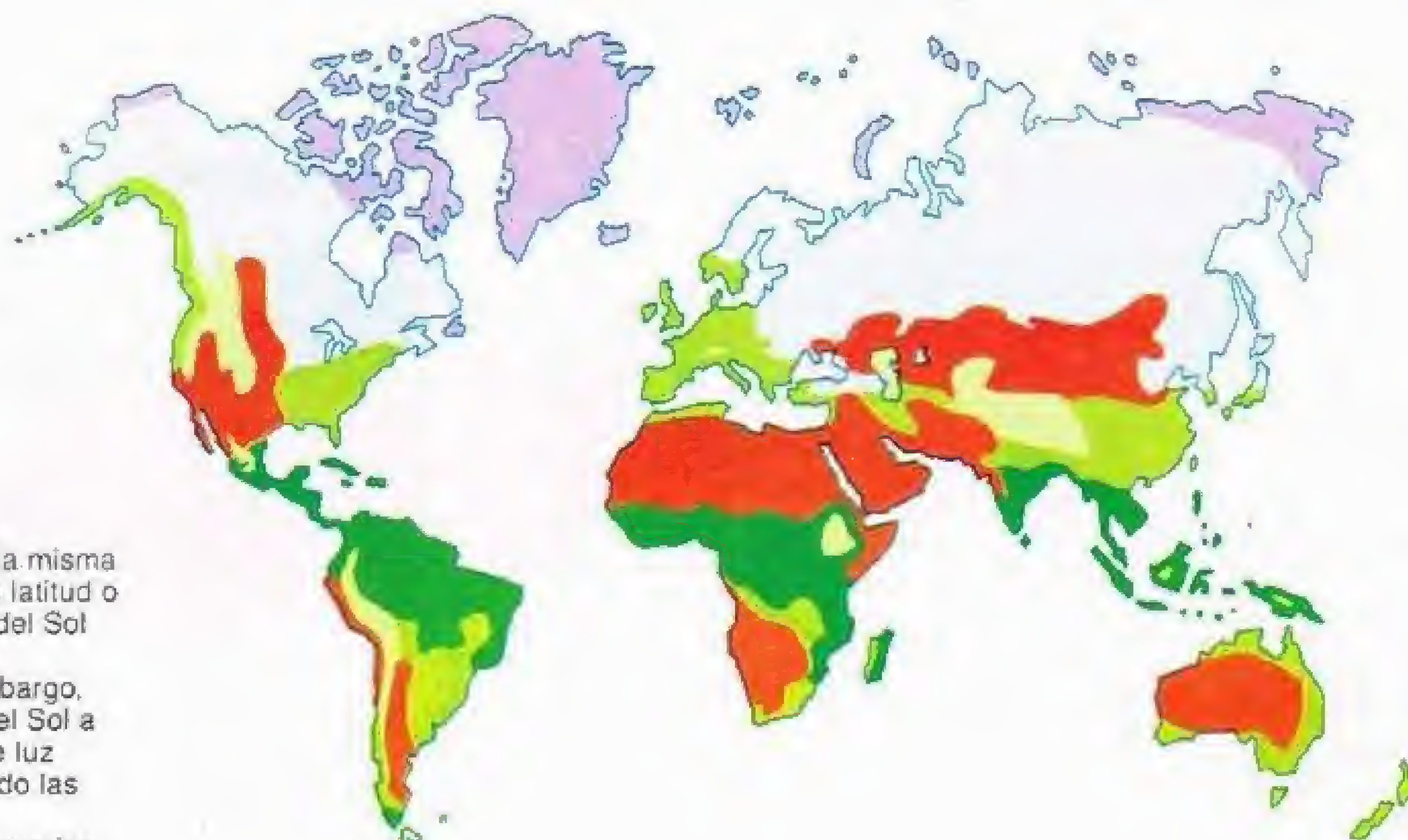






Los climas y la biosfera
El agua es el disolvente universal y de una importancia vital para todos los organismos. La luz solar es la fuente de energía de las plantas y por ello también de los animales en un último análisis. La temperatura determina también la existencia del agua en forma de líquido o de hielo. Las precipitaciones (líneas azules de los diagramas pequeños) y la temperatura (líneas rojas) determinan la vegetación (ilustraciones grandes). Aparte de estos tipos principales, hay muchas otras variaciones causadas por condiciones locales, como, por ejemplo, un macizo montañoso, irregularidades en el sentido de los vientos, etc.





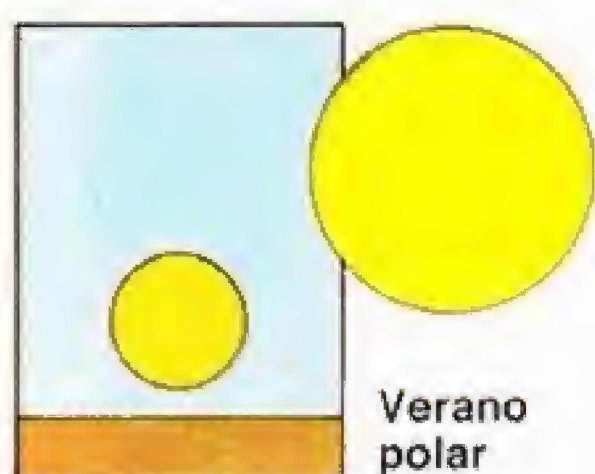
Los climas del mundo

los dictan, en líneas generales, sólo dos variables: la temperatura, con sus cambios de estación, y la cantidad y distribución de las precipitaciones en el año. La temperatura depende de la fuerza de los rayos del Sol y, consecuentemente, de la latitud, aunque la modifica la circulación general del aire. Ésta distribuye la humedad sobre la superficie de la Tierra. Las zonas climáticas de la Tierra (mapa) están ligadas a la latitud, aunque, debido a los vientos y a la altura, los límites de las zonas no siguen exactamente los paralelos de la latitud.

- Climas tropicales
- Climas secos
- Climas templados
- Climas fríos
- Climas polares
- Climas de montaña

Latitud y luz

Si el eje de la Tierra no estuviera inclinado, todos los días tendrían la misma duración, 12 horas, sin importar la latitud o la época del año. La altura diaria del Sol en el cielo estaría únicamente determinada por la latitud. Sin embargo, debido a la inclinación, la altura del Sol a mediodía y el número de horas de luz varían del verano al invierno, siendo las diferencias mayores según nos aproximamos a los Polos. En el Ecuador, el día tiene siempre la misma duración, y la altura del Sol varía a mediodía entre el cenit y 66° 33' sobre el horizonte.



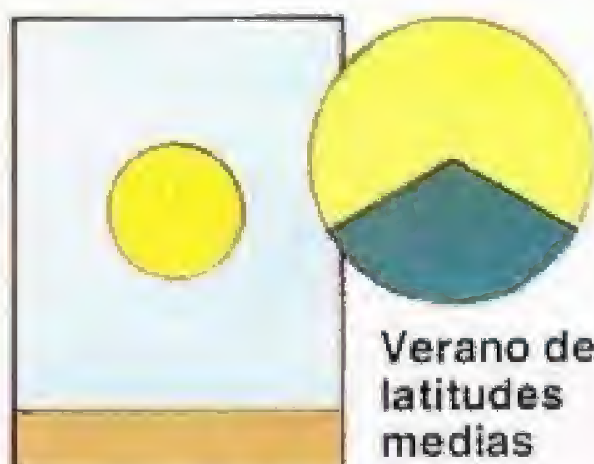
Verano polar

El Sol está siempre bajo, pero los días son largos, 24 horas en mitad del verano en el Círculo Polar Ártico, seis meses de luz en el Polo mismo.



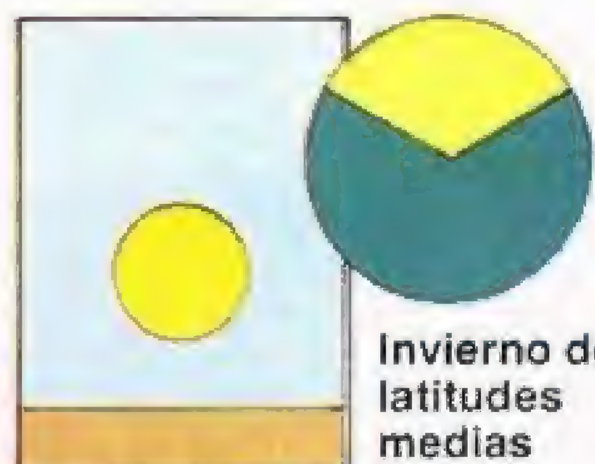
Invierno polar

En invierno, el Sol nunca se eleva por el horizonte más allá de los círculos polares y en los Polos hay seis meses de noche.



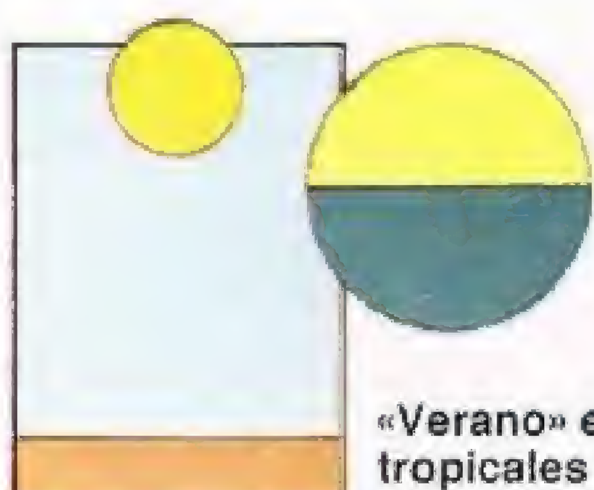
Verano de latitudes medias

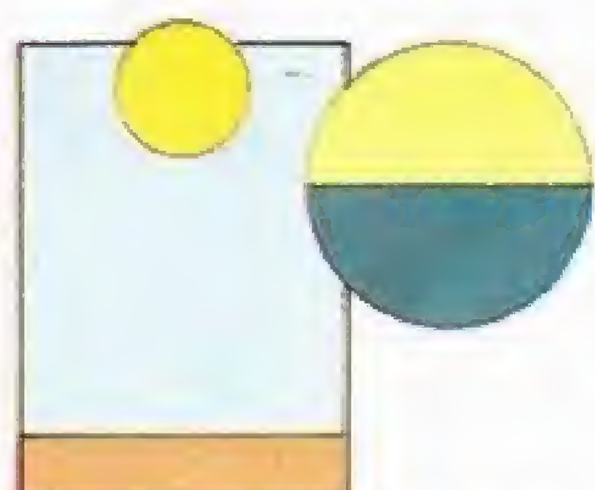
El Sol está relativamente alto en el cielo a mediodía. Los días son más largos que las noches, siendo el más largo en el solsticio de verano.



Invierno de latitudes medias

El Sol está bajo en el horizonte incluso a mediodía y la noche es bastante más larga que el día.



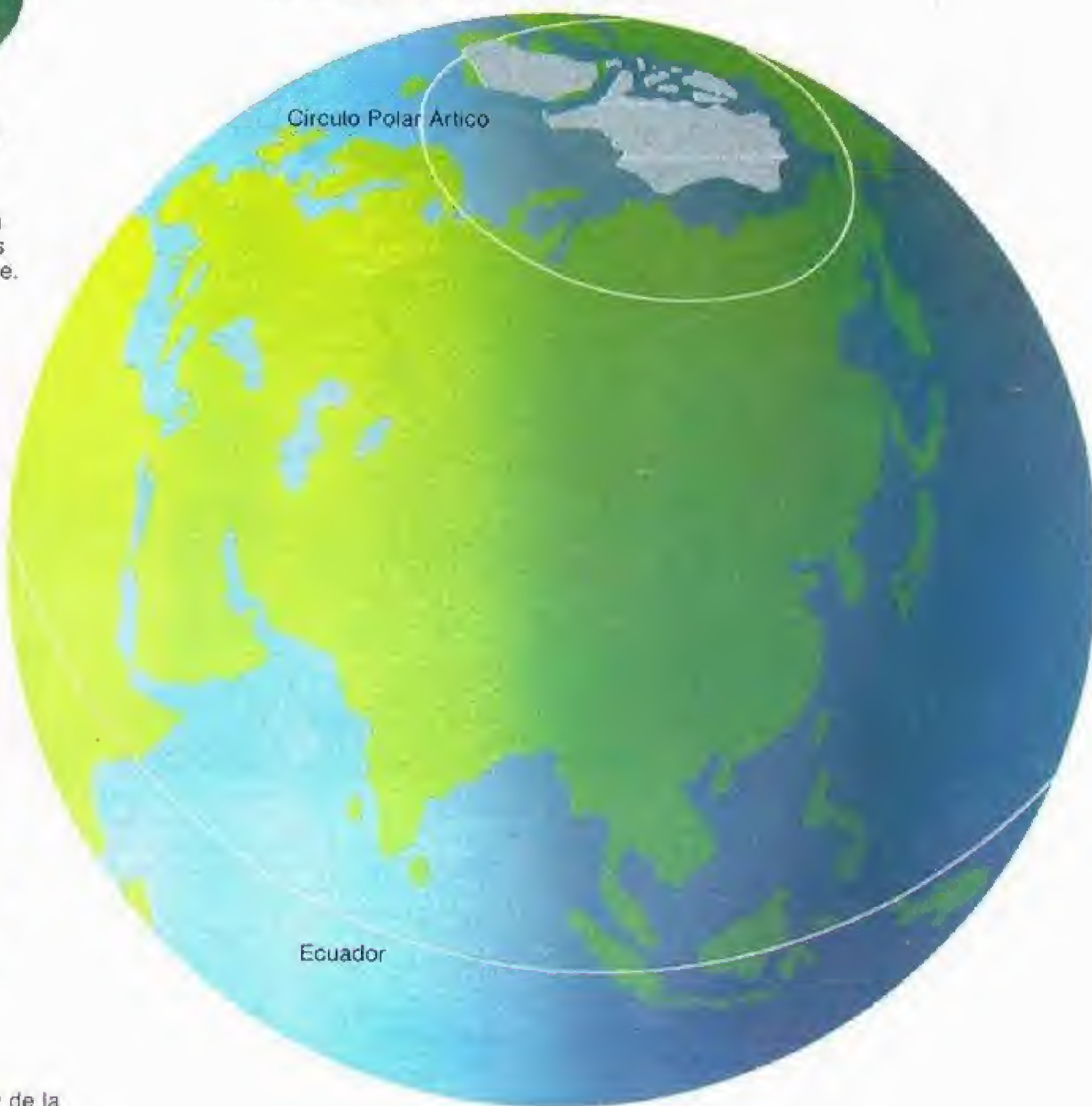


«Verano» e «invierno» tropicales

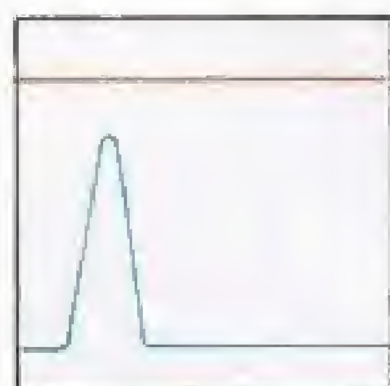
El Sol está siempre a mediodía, a veces en el cenit. El día y la noche tienen la misma duración y anochece rápidamente.

Las variaciones de la altura del Sol y de la duración del día no son suficientes para producir variaciones estacionales claras.

Invierno en el hemisferio norte



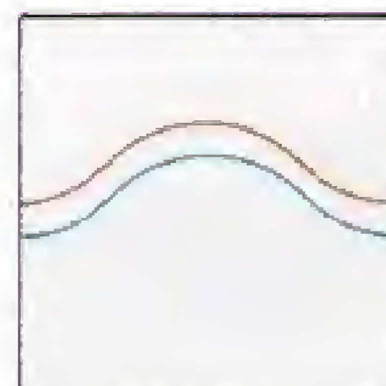
Estepa tropical de tierras bajas: un período de lluvia, a veces dos. Temperaturas altas y regulares producen un medio claramente seco. Evaporación excesiva.



Desierto: sin lluvia. En medios desérticos extremos, el calor y la sequía producen una ausencia total de vegetación.



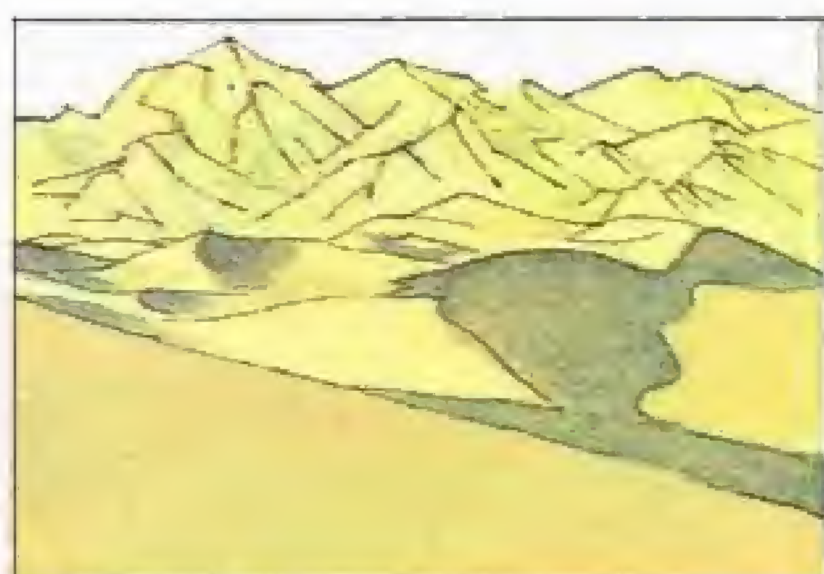
Climas de bosque de zonas templadas: humedad alta y regular, las temperaturas varían claramente entre el invierno y el verano.



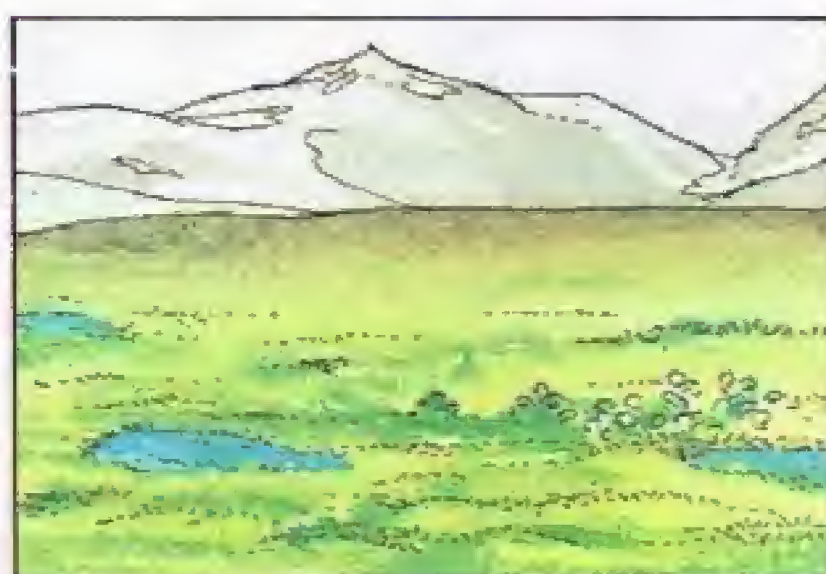
Tundra continental: un medio seco y frío donde las temperaturas se elevan sobre los cero grados únicamente uno o dos meses en verano. Donde no es así, se produce un clima glacial extremo.











Señales en el cielo

Tradiciones populares metereológicas



La meteorologia del marino

«Si tras el viento llueve, larga la vela y duerme.» En el pasado, los marinos y los agricultores dependían siempre de su capacidad para predecir los cambios meteorológicos. Con el tiempo, su experiencia produjo una riqueza de saber popular expresado en refranes y proverbios. Gran parte de este conocimiento era acertado, aunque hasta el desarrollo de la meteorologia moderna no se ha comprendido realmente la relación causal entre «las señales del cielo» y el tiempo meteorológico en las horas siguientes a su aparición (derecha, tres ejemplos).

Viejas señales — nueva ciencia



Los cirros se forman en el borde delantero de un frente cálido. A ras del suelo, el frente está todavia bastante alejado, aunque acabará produciendo un cambio en el tiempo, probablemente lluvia.



Los halos se producen cuando un frente obliga a una masa de aire a elevarse hasta una altura en la que se forman cristales de hielo. Es también una señal de cambio de tiempo: se acerca un frente cálido.



«Tarde de arreboles, mañana de soles». «Arrebolada al ser de dia, cierta es la lluvia al mediodia». El cielo rojo se produce por la refracción de la luz en el aire húmedo, y es norma tras un dia cálido. Por otra parte, un amanecer rojo indica que la atmósfera está excepcionalmente húmeda, lo cual puede producir lluvia y vientos racheados.

Las herramientas del meteorólogo

La temperatura, la presión, la humedad y el movimiento del aire, las precipitaciones y las nubes son variables meteorológicas importantes. Se miden con diferentes instrumentos que permiten su cuantificación (derecha). Durante los años de entreguerras las observaciones hechas en tierra se complementaban con globos portadores de radiosondas, y desde la década de 1960 se complementan con los satélites meteorológicos.



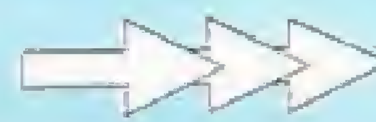
Temperatura



Presión del aire



Humedad



Fuerza del viento



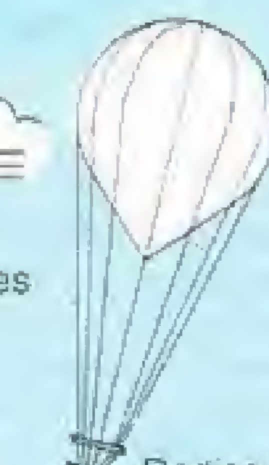
Precipitaciones



Horas de insolación



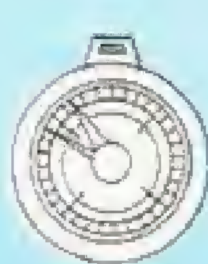
Techo de nubes



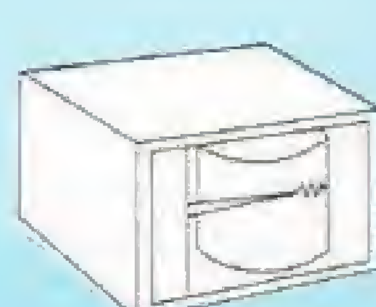
Radiosonda



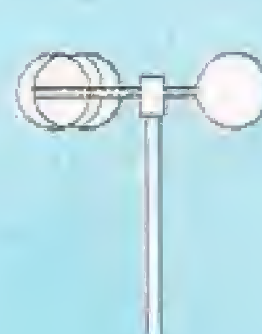
Termómetro



Barómetro



Higrómetro



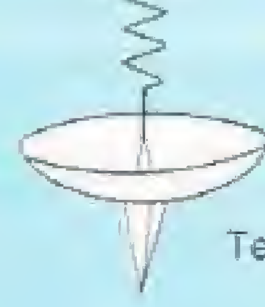
Anemómetro



Pluviómetro



Heliógrafo



Radar



Telemetria



Antena receptora

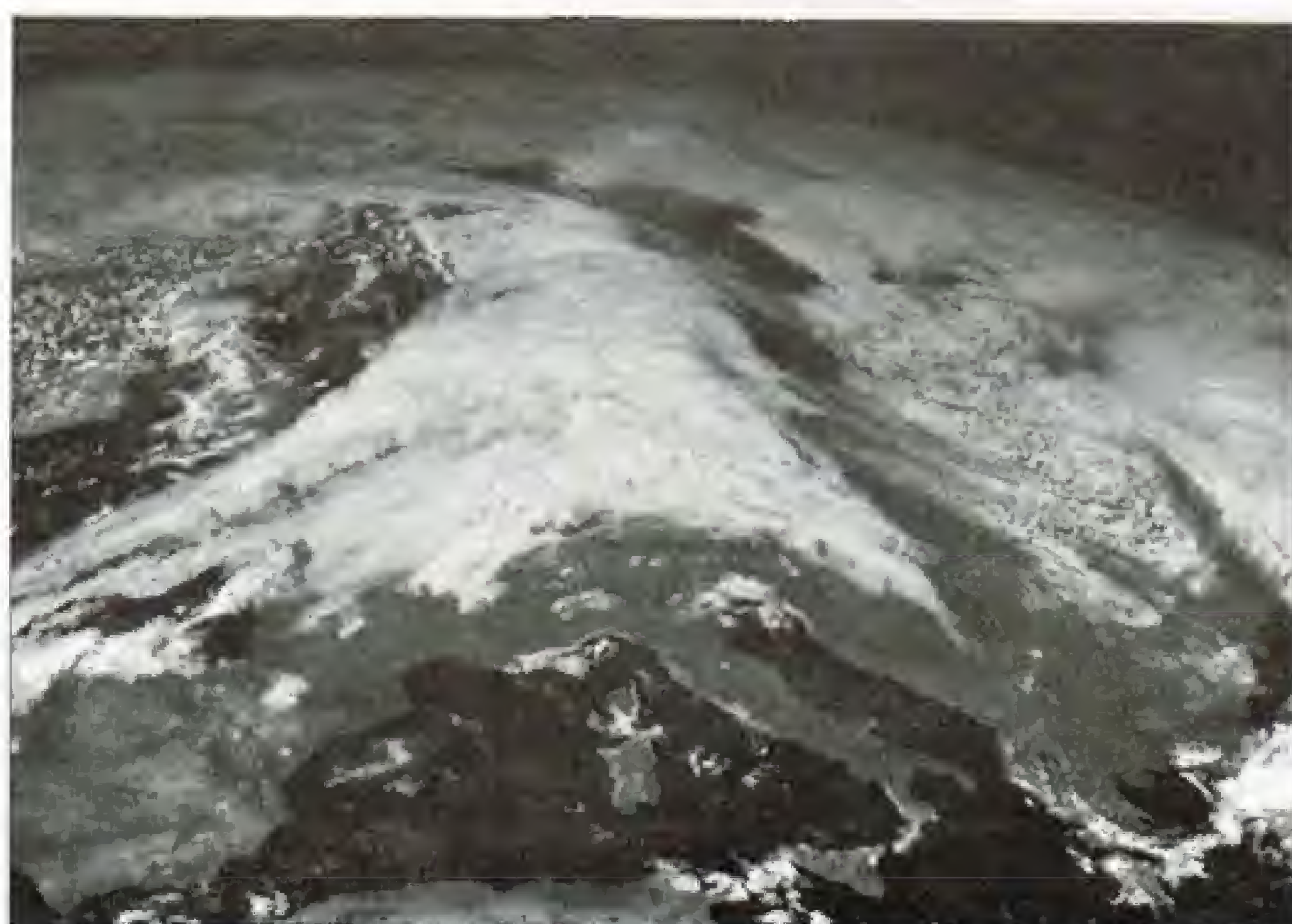
La ciencia de la meteorología debe mucho al desarrollo de las comunicaciones telegráficas. Anteriormente, el meteorólogo sólo podía operar con lo que veía directamente. Toda otra información más allá de su campo de visión no tenía ninguna utilidad cuando le llegaba. Sin embargo, el telégrafo hizo que se pudieran reunir simultáneamente observaciones de una amplia zona, permitiendo a los científicos obtener un mapa sinóptico de las condiciones meteorológicas imperantes e iniciar el análisis de los fenómenos atmosféricos.

Esta capacidad de recogida y de procesamiento rápido de datos es fundamental para el trabajo del meteorólogo. Continuamente se están recibiendo informes sobre temperatura, presión del aire, viento, precipitaciones y nubes, procedentes de estaciones meteorológicas, instrumentos automáticos y satélites no tripulados.

Los meteorólogos podrían verse agobiados por este interminable flujo de información, pero los datos son necesarios. El registro de valores precisos les permite someter diferentes fenómenos a análisis matemático, convirtiendo la meteorología en una ciencia exacta. Desde principios de este siglo se conocen ecuaciones sencillas que permiten predecir el comportamiento de las masas de aire. Para realizar predicciones útiles, hay que dividir la atmósfera en gran número de «cubos de aire» relativamente pequeños, con lados de quizá sólo 2 km. Cuando se ha analizado cada uno de estos cubos individualmente, se ajustan los resultados teniendo en cuenta lo que ha acontecido en los espacios adyacentes. Este proceso se repite varias veces. Naturalmente, esto requiere una gran capacidad de cálculo. Antes de que existiera tal capacidad, el meteorólogo, inmerso en sus mapas sinópticos, tenía que predecir el rumbo del tiempo sobre la base de métodos empíricos y de su experiencia personal. La validez de la predicción no era nunca superior a 24 horas y, además, era con frecuencia poco exacta.

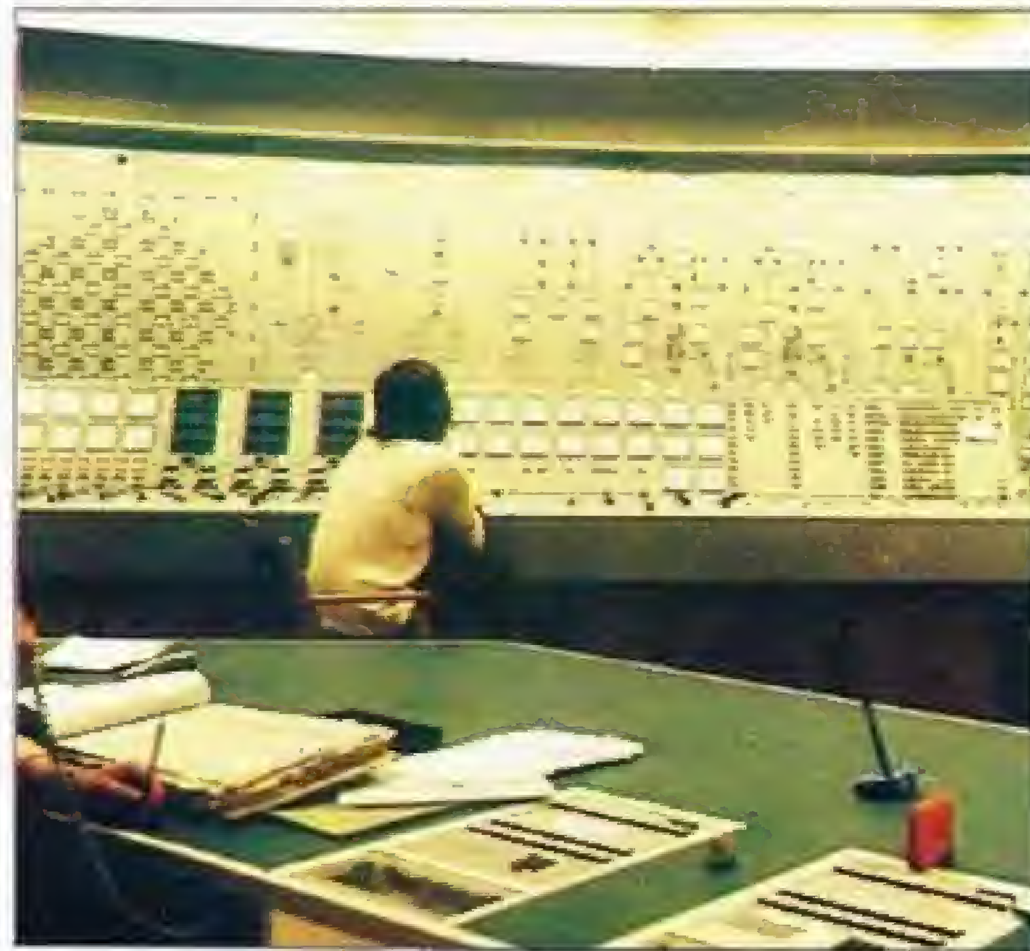
Ahora por primera vez los modernos ordenadores de alta velocidad les permiten a los meteorólogos solucionar estas complejas ecuaciones en un tiempo razonable. Las predicciones realizadas por el ordenador no son ya cualitativas, sino cuantitativas, y se expresan en grados, metros por segundo, milibares y milímetros de precipitación. Las predicciones son más fiables, y su período de validez ha aumentado en el curso de la década de 1970 de 24 horas a cinco días. También se realizan, de manera experimental, predicciones que abarcan períodos mucho más largos, semanas e incluso meses, y si bien todavía no son suficientemente precisas, es probable que lo sean en un futuro no lejano. Los nuevos superordenadores de mayor capacidad permitirán probablemente hacer predicciones de largo alcance antes de finales de los 80. Además, la cantidad de datos que reciben los meteorólogos para realizar sus predicciones es cada vez mayor. Los satélites modernos no sólo registran la situación de las nubes, sino también las temperaturas, tanto de la alta atmósfera como al nivel del suelo y del mar. Registran la capa de nieve y de hielo marino. Todos estos datos son muy importantes para las predicciones meteorológicas de largo alcance.

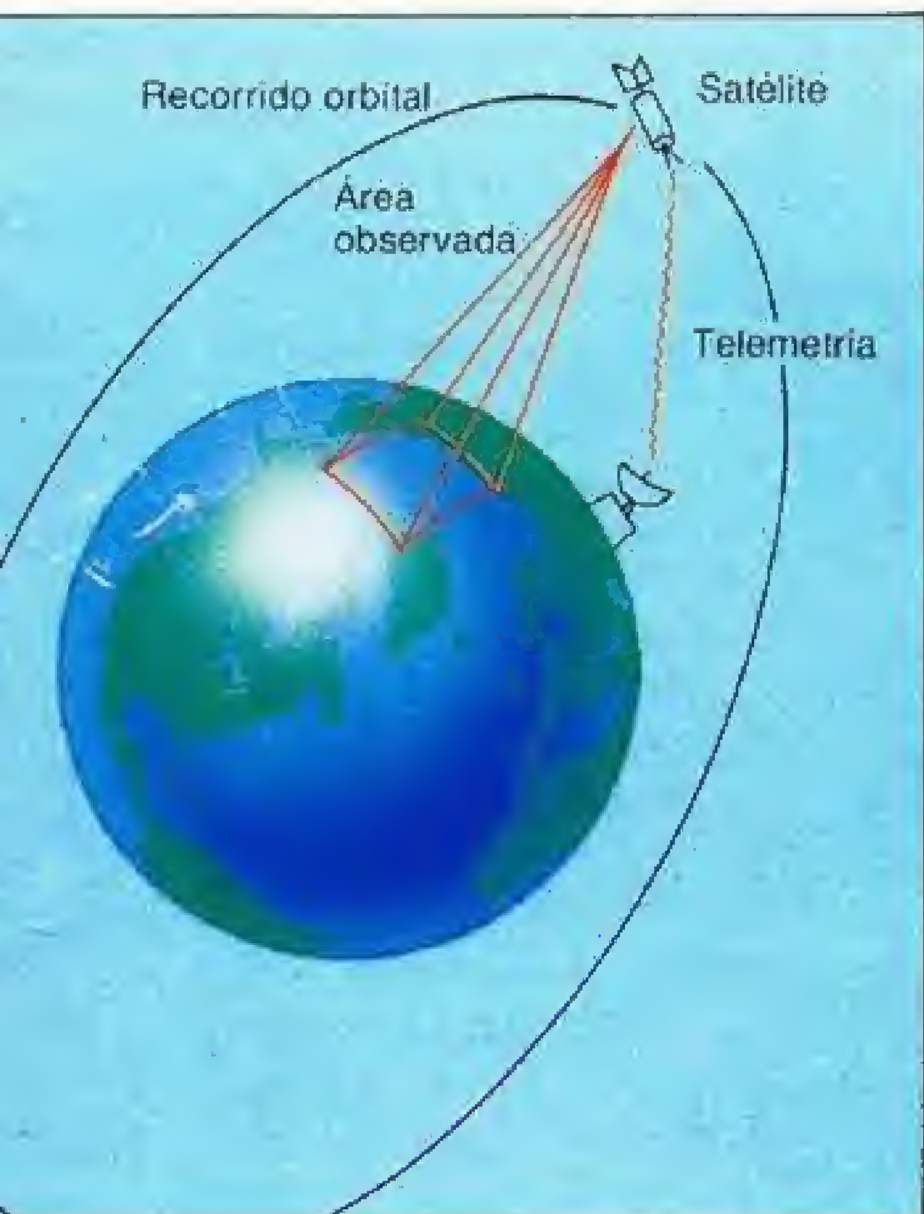
Muchas actividades de importancia económica dependen del tiempo, lo que convierte a la meteorología en una ciencia de gran valor práctico. La agricultura, la navegación y la aviación dependen en alto grado de la precisión de las predicciones, al igual que muchas otras actividades humanas. Así, a pesar de lo elevado de los costes, los gastos en satélites meteorológicos y superordenadores están plenamente justificados.

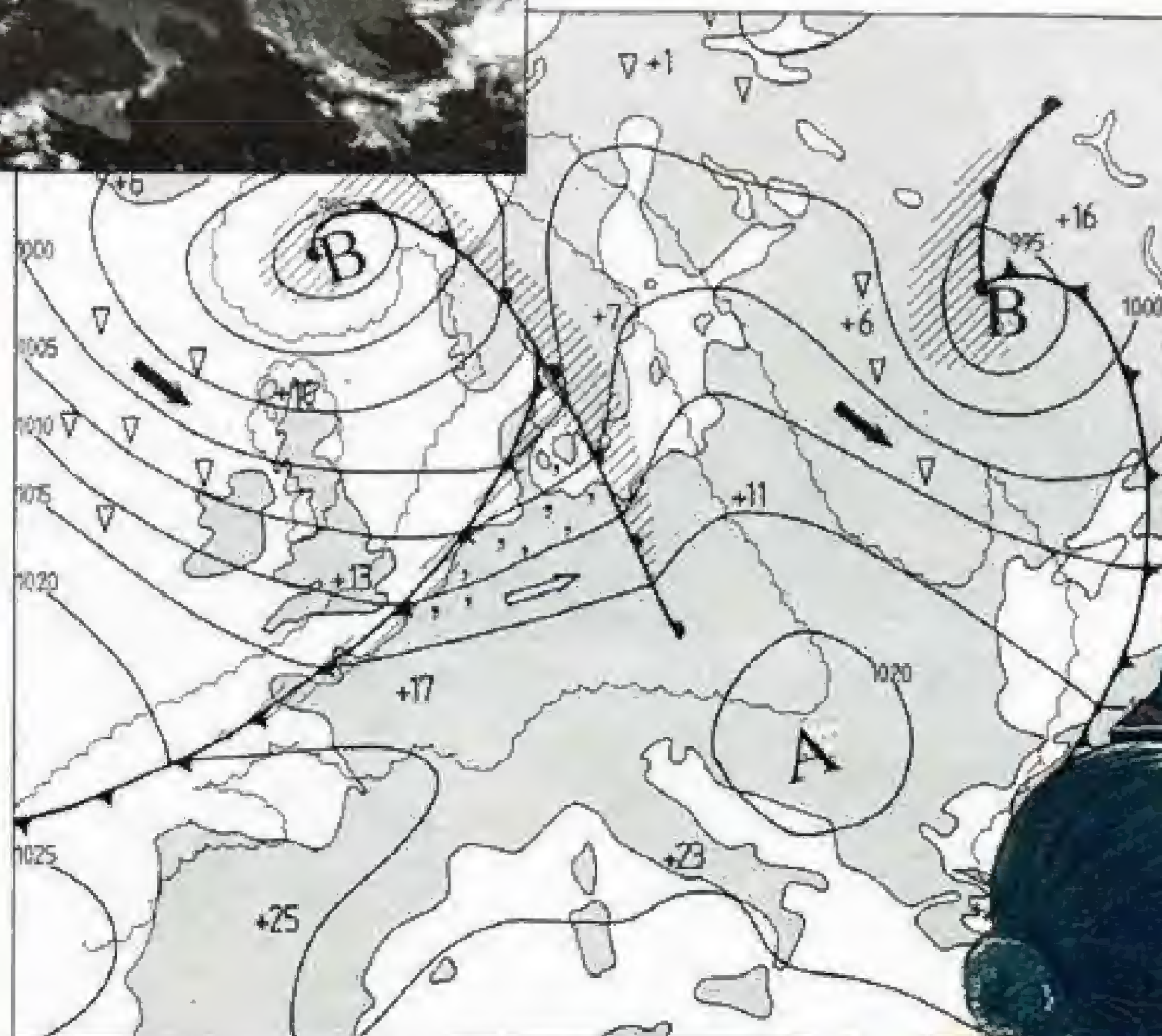


Cómo se hace una predicción meteorológica

Una depresión sobre el Mar del Norte se está desplazando hacia el este (foto izquierda y mapa). Las observaciones de tierra se combinan con imágenes de satélite y se visualiza la situación del tiempo en un mapa sinóptico que muestra las altas y bajas presiones, las isobaras, las precipitaciones, las nubes y los vientos. Sin embargo, la verdadera predicción se realiza introduciendo las observaciones en un «modelo numérico» de la atmósfera y luego procesándolas mediante un potente ordenador. Son estas predicciones del ordenador las que los hombres del tiempo le dan finalmente al público.







Tanto la fotografía del satélite (arriba), como el mapa sinóptico muestran el tiempo a una misma hora del 10 de octubre de 1983. Además de las isobaras que indican la presión del aire en milibares, el mapa indica los chubascos (triángulos) y las lloviznas (comas).



La vida en el aire

De reptil a ave

La evolución de reptiles reptadores a aves voladoras tuvo lugar hace entre 230 y 140 millones de años. Un desarrollo intermedio lo constituyó un grupo de pequeños dinosaurios.



Triásico inferior: un lagarto pequeño, bastante primitivo empieza a especializarse en la captura de insectos y otras presas ágiles.



Triásico medio: el reptil sigue siendo un reptil aunque ahora es más ágil y a veces se alza sobre las patas traseras.



Triásico superior-Jurásico inferior: los animales caminan ahora sobre las patas traseras. Empiezan a tomar forma de ave con huesos metatarsianos alargados, una adaptación para la carrera. No obstante, para correr largas distancias se necesita un metabolismo de sangre caliente.



Adaptaciones biológicas al vuelo

Las aves, representadas aquí por un caracará, un halcón políboro de América Central y del Sur, revelan muchas peculiaridades exteriores e internas relativas a los requisitos específicos de la vida en el aire. La mayoría de los otros vertebrados voladores tienen adaptaciones idénticas o funcionalmente parecidas. Donde mejor se estudia esta «evolución convergente» es en las alas de las aves, de los pterosaurios y de los murciélagos, todas ellas desarrolladas a partir de una estructura esquelética muy parecida al brazo humano.

La capacidad de volar constituye una de las adaptaciones biológicas más curiosas. Es también muy difícil de conseguir. Entre otras cosas exige una reestructuración del cuerpo que, una vez realizada, es irreversible. Pero en la lucha por la supervivencia, volar resulta tan ventajoso que tal adaptación se ha dado no una, sino cuatro veces en la historia de la evolución: entre los insectos, los pterosaurios, las aves y los mamíferos.

Los insectos son un caso especial. El enorme éxito de los insectos voladores se atribuye a su pequeño tamaño. El peso de un animal varía según el volumen, aunque la capacidad muscular depende de la zona de sección del músculo. Si a un animal se le reduce a la mitad de su tamaño, su peso disminuye una cuarta parte. Así, de un solo golpe la relación potencia-peso es doblemente favorable. Además, en pequeñas cantidades el aire se comporta más como un líquido que como un gas ligero. Los insectos pueden, pues, generar impulso de elevación por procesos totalmente diferentes a los de las aves.

Los insectos empezaron a volar durante el período Carbonífero, hace aproximadamente 300 millones de años. Los pterosaurios evolucionaron en el Triásico, hace unos 200 millones de años. No se trataba realmente de «reptiles voladores». Los reptiles no pueden volar, ningún animal de sangre fría puede realizar un esfuerzo muscular prolongado. La estructura interior de los huesos revela que los pterosaurios tenían la sangre caliente como las aves y los mamíferos, y ahora sabemos por restos fósiles que al menos las especies más pequeñas desarrollaron una capa de pelo aislante. Algunos pterosaurios no eran mayores que golondrinas, mientras que otros tenían una envergadura de más de diez metros.

Las aves aparecieron por primera vez durante el período Jurásico, hace unos 150 millones de años. Heredaron la sangre caliente y el plumaje aislante de sus antepasados, los pequeños dinosaurios predadores. Las aves desplazaron a los pterosaurios, probablemente por ser más resistentes. Un ave que pierde parte de sus alas puede desenvolverse hasta que le crecen otras nuevas, pero aquellas increíbles velas vivientes, los pterosaurios, estaban perdidos si se les rompían las membranas de las alas. En el suelo, estaban indefensos.

Hoy las aves dominan el aire de tal manera que los murciélagos, los únicos mamíferos voladores, se ven obligados a llevar una vida principalmente nocturna. Naturalmente, el hombre también vuela, aunque su tecnología de vuelo es mecánica, no biológica.



Jurásico inferior: el lagarto se ha convertido en un pterosaurio, un dinosaurio de sangre caliente del tamaño de un gato. La mayor temperatura corporal requiere aislamiento: las escamas se convierten en plumas.

Jurásico medio: las plumas largas crean superficies de control que facilitan la maniobrabilidad. Este es un arqueopterix, no el ave más antigua, sino uno de sus antecesores no voladores.

Jurásico superior: los saltos en el aire se convierten en vuelo sostenido y las aves inician la conquista del aire.

Los señores del aire

El pteranodonte era uno de los mayores pterosaurios, con una envergadura de hasta siete metros. Se cree que se alimentaba de peces, como el albatros actual.

Pterosaurios
Hacia el final de su evolución podían tener el tamaño de un avión ligero, si bien la mayoría eran pequeños. La membrana de las alas se mantenía extendida por el cuarto dedo, estando el resto libres y en garra. Las patas traseras eran de pequeño tamaño y no servían para desplazarse. Los pteranodontes descansaban probablemente en los salientes de las rocas, ya que no debía haber árboles lo suficientemente grandes para que se posaran en ellos. No se sabe para qué servía la cresta de la cabeza, de la que carecen algunos fósiles de pteranodonte.

Los murciélagos
tienen alas membranosas como los pterosaurios, aunque los esqueletos de antebrazos y dedos no son iguales. La mayoría de los murciélagos se alimentan de pequeños insectos y son todos nocturnos.

El albatros viajero tiene una envergadura de hasta 3,5 metros. Aprovechando las diferencias de la velocidad del viento entre los estratos de aire en diferentes alturas, este ave puede sobrevolar los océanos durante varias semanas.

Colibrí



Las aves varían de tamaño
desde el del albatros y el cóndor al de ciertos colibríes no mayores que muchos insectos voladores. En términos generales, las aves han ocupado todos los nichos ecológicos de los grandes animales voladores diurnos, y también la mayoría de los de los voladores nocturnos. El vuelo de un ave grande tiene dos fases (fotografía): el batir de alas que lo hace avanzar hacia adelante y hacia arriba y el planeo, cuando deja de «remar». Las especies pequeñas no tienen que economizar sus energías tanto como las aves grandes.

La técnica de vuelo de los insectos
es difícil de estudiar debido al elevado ritmo del movimiento de las alas y sólo con la aparición de las cámaras de alta velocidad en años recientes se ha podido obtener información. Los dibujos de abajo se basan en una serie de fotografías de este tipo. El insecto (aquí una especie de avispa) tiene un batir rotatorio sólo superficialmente similar al de las aves. El proceso aerodinámico es en este caso muy diferente.



El hombre remonta el vuelo

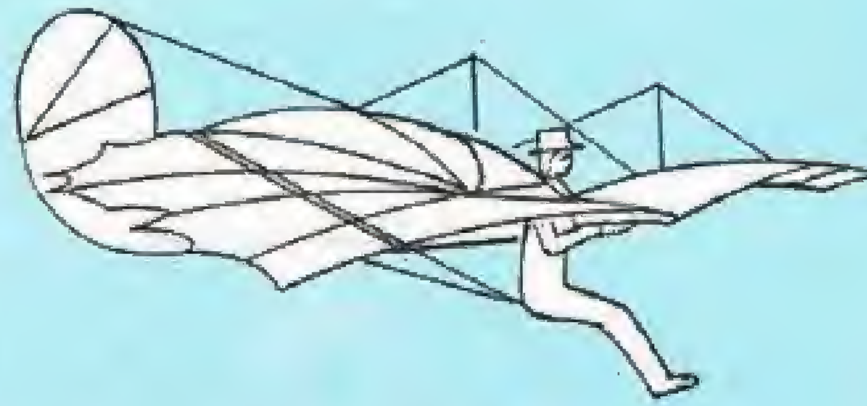
Un sueño hecho realidad



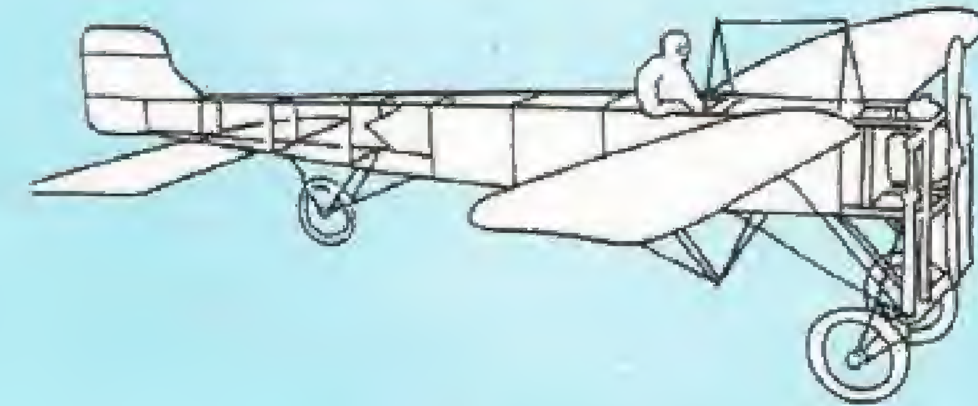
Dédalo voló con unas alas de plumas pegadas con cera. Su atrevido hijo, Ícaro, se aproximó demasiado al Sol. La cera se derritió, se le cayeron las alas y el joven perdió la vida en la caída.



El primer «Montgolfière» hizo su ascensión en 1783. El globo fue el gran milagro técnico de finales del siglo XVIII.



Otto Lilienthal comprendió la importancia del control e intentó resolver este problema en sus planeadores durante la década de 1890.



Los hermanos Wright inventaron el alerón, convirtiendo su avión en una máquina plenamente controlable. En 1903, un motor de gasolina de fabricación propia impulsó su primer vuelo.

Desde que ha podido contemplar a las aves girando sobre su cabeza, el hombre ha ansiado verse liberado de su esclavitud a la fuerza de la gravedad. En mitos y leyendas, los seres humanos no tenían problemas para volar. Los griegos describieron cómo Dédalo e Ícaro se lanzaron al aire para escapar del rey Minos de Creta, y también Völund, el diestro herrero de las sagas germánicas, había dominado el arte de volar. Sin embargo, en la realidad, el hombre no ha visto cumplido su sueño hasta el presente siglo.

En la época de Leonardo da Vinci hubiera sido posible construir un ala delta funcional del tipo de las que se usan actualmente, pero nadie lo hizo. La aparente simplicidad del ala delta es en realidad engañosa. Se debían superar tres problemas para volar correctamente: fuerza ascensional, fuerza motriz y dirección.

El primero se resolvió en cierta forma en 1783 cuando los hermanos Montgolfier elevaron su primer globo de aire caliente sobre París, al que le siguió poco después un globo de hidrógeno. El globo se empleó ampliamente en el siglo XIX como aparato de investigación, como plataforma estacionaria de observación y para el deporte. No obstante, no fue jamás una verdadera máquina voladora, ya que los vientos la llevaban hacia donde soplaran. Incluso contando con un motor, resultaba demasiado frágil para hacer frente a los vientos tormentosos, por no mencionar el peligro de incendio.

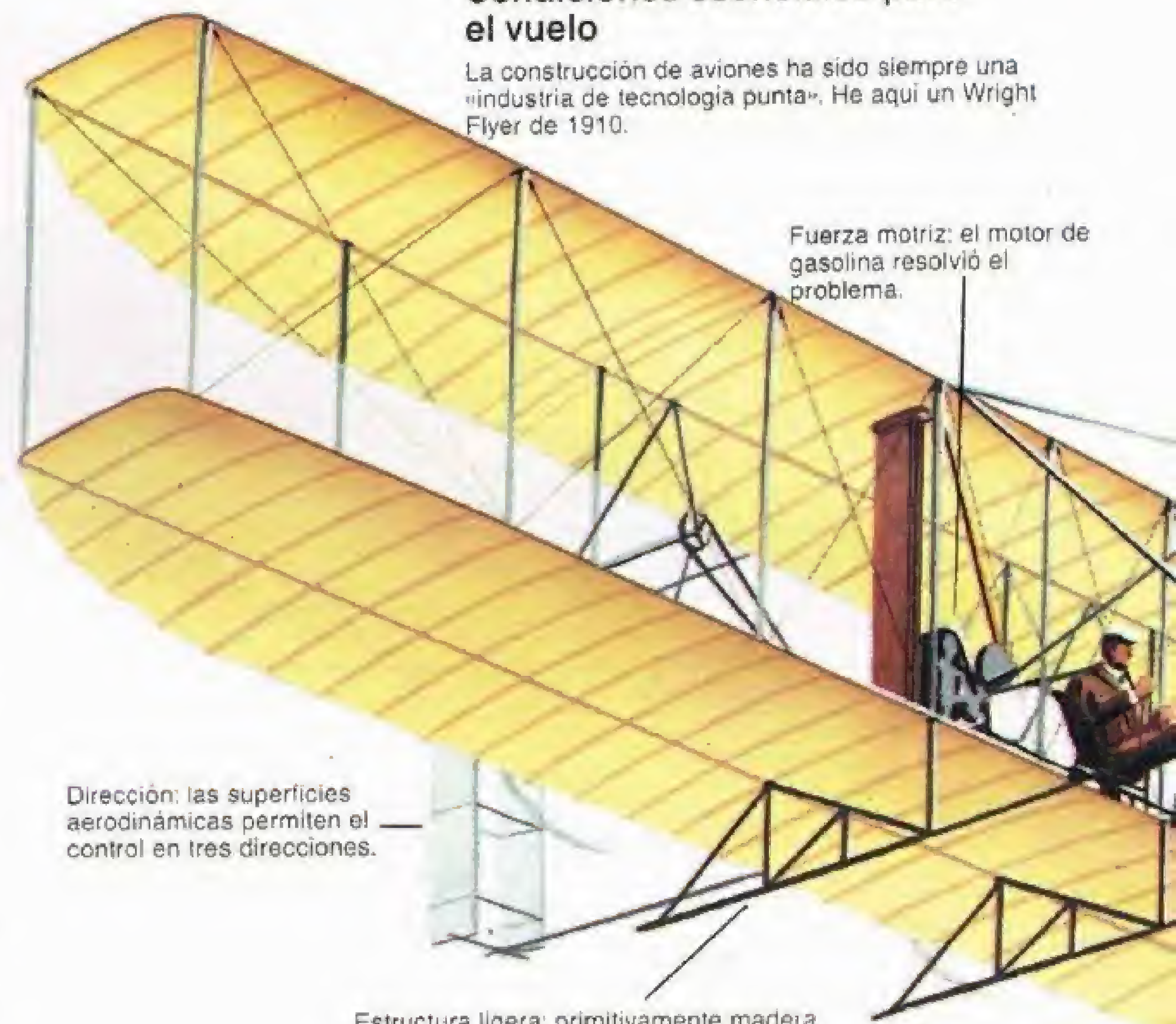
Pronto se comprendió que la fuerza ascensional aerodinámica podía conseguirse mediante perfiles de alas curvadas. El principio es bastante simple. El aire corre con mayor rapidez sobre la superficie superior del ala, curvada y más larga, que sobre la superficie inferior, recta y más corta, y esta diferencia de presión produce un impulso de elevación. Esto requiere que el avión se mueva hacia adelante en el aire. Hasta finales del siglo pasado no se pudo construir un motor lo suficientemente ligero y potente para impulsar un avión. Se hicieron muchos intentos valerosos para iniciar el vuelo, pero los cortos saltos acaban invariablemente en una caída. No bastaba con lanzar una máquina voladora al aire: una vez allí había que dirigirla.

El pionero alemán Lilienthal se dio cuenta de ello. Sin embargo, no pudo controlar su planeador y se mató en 1896. Los hermanos Wright realizaron extensos experimentos con planeadores antes de hacer su primer vuelo propulsado en 1903. Era el nacimiento de la aviación.

Desde entonces, la técnica de la aviación se ha desarrollado muy rápidamente. Los aviones construidos con metales ligeros, radios, motores a reacción y nuevos métodos de navegación han aumentado la seguridad, velocidad, alcance y capacidad de transporte. El paso decisivo hacia adelante lo dieron hombres como Otto Lilienthal y Orville y Wilbur Wright, que fueron los primeros en darse cuenta de los tres problemas, fuerza ascensional, poder motriz y control, y que prepararon el camino para superar estos obstáculos.

Condiciones esenciales para el vuelo

La construcción de aviones ha sido siempre una «industria de tecnología punta». He aquí un Wright Flyer de 1910.

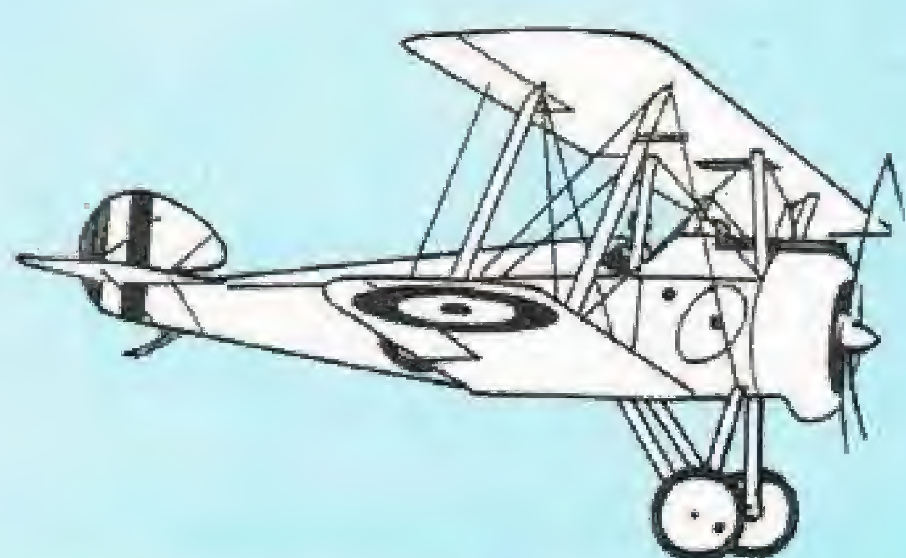




Alta tecnología aérea
Para el no iniciado, la cabina del Concorde constituye un conjunto enloquecedor de agujas y botones. Pero en los días de los motores de pistón había que llevar el control de un número de instrumentos e indicadores aun mayor. El motor a reacción ha permitido una considerable simplificación técnica, al tiempo que los equipos de comunicación y navegación desempeñan una parte más destacada que durante la era de la hélice.

El US F-15 es un ejemplo típico de los modernos aviones de combate.





El Sopwith «Camel» fue un famoso caza de la Primera Guerra Mundial. Durante los años 1914-1918 la aviación pasó de ser un desafío a convertirse en un procedimiento rutinario.



El «Spitfire», el más famoso caza de la Segunda Guerra Mundial.



El Douglas DC-3, el clásico avión de transporte militar y civil de las décadas de 1940 y 1950.



El Boeing 747 «Jumbo Jet» es un aparato gigantesco que, en ciertas versiones, puede llevar casi 500 pasajeros. El peso de despegue es de más de 370 toneladas, el fuselaje tiene una longitud de más de 70 metros y el plano de deriva tiene la altura de un edificio de seis pisos.



El sueño continúa
El sueño de volar como un pájaro ha impulsado a muchos entusiastas a «comenzar desde el principio» con alas delta (foto) y aviones a motor ultraligeros.



Fuerza ascensional: los perfiles curvados de las alas crean una presión negativa en la superficie superior que eleva el avión.

De velocidad de paseo a velocidad supersónica
El Concorde, fabricado gracias a la colaboración entre las industrias aeronáuticas británica y francesa, sobrevuela el Atlántico a dos veces la velocidad del sonido y a una altura de 20.000 metros. Es incomparablemente mayor y más rápido que la primitiva diminuta máquina voladora de los hermanos Wright. El desarrollo de la tecnología aeronáutica ha sido excepcionalmente acelerado.

Las rutas aéreas

La aviación de ayer y de hoy

La historia de la aviación comercial comienza en la década de 1920; este «aerotaxi» de 1928 nos da una muestra del primitivismo de aquella época. Las tarifas eran, sin embargo, altas. Volar era una forma de viajar o más bien una aventura para unos pocos privilegiados.



En menos de sesenta años la aviación se ha convertido en uno de los medios de comunicación más importantes, reclutando pasajeros de todas las clases sociales. Abajo, turistas embarcando en un DC-9 en un pequeño aeropuerto del centro de Suecia.



La aviación comercial no apareció realmente hasta el período inmediatamente posterior a la Primera Guerra Mundial. Fue en esa época cuando los intrépidos pilotos empezaron a transportar sacas de correo entre las grandes ciudades europeas y norteamericanas en aviones abiertos. A veces llevaban algún pasajero, completamente cubierto para protegerse contra el frío del aire. Sin embargo, los diseñadores de aviones, aprovechando su experiencia durante la guerra, empezaron pronto a construir aviones especiales para pasajeros. En Europa se desarrolló una red de rutas aéreas, que se extendía hasta las colonias del Imperio Británico en Oriente y que igualmente conectaban las costas este y oeste de los Estados Unidos.

A pesar de ello, antes de la Segunda Guerra Mundial, volar siguió siendo una forma de viaje secundaria. Los servicios eran irregulares y los aviones volaban por contacto visual; es decir, manteniendo el suelo siempre a la vista, por lo que dependían de la existencia de buenas condiciones meteorológicas. La Segunda Guerra Mundial mejoró los servicios meteorológicos, amplió las comunicaciones por radio, el radar, el número de aeropuertos y, en especial, el motor a reacción. Las décadas de 1950 y 1960 marcaron el momento decisivo para las líneas comerciales.

La mayor ventaja del avión es la velocidad. Todo tipo de mercancías valiosas que haya que transportar deprisa son cargas aéreas potenciales, desde «chips» electrónicos a elefantes de circo. La mayoría de la gente tiene naturalmente más relación con los aviones de pasajeros (regulares o «chárter»), aunque para una línea aérea el pasajero es poco más que un envío de mercancías excepcionalmente exigente.

Hay dos tipos de rutas aéreas, unas que conectan las grandes ciudades y que sobrevuelan los océanos, y las otras formadas por líneas secundarias. En cada una se emplean diferentes tipos de aviones, y en las líneas secundarias cortas los aparatos de hélices siguen siendo una alternativa competitiva. La aviación comercial no ha seguido la tendencia militar hacia velocidades cada vez mayores. Las velocidades de crucero de 850-900 km/h son las más económicas, y el Concorde anglofrancés es el único avión supersónico de pasajeros actualmente en servicio. Los sistemas modernos de navegación son electrónicos, incorporando aerofaros y material similar. Los aviones transoceánicos emplean la navegación inercial con un complejo sistema de giróscopos, acelerómetros y ordenadores.

Los aeropuertos también han cambiado, transformándose de idílicos campos verdes en enormes centros industriales. A comienzos de la década de 1980, el aeropuerto de más tráfico del mundo era el O'Hare de Chicago, con una media diaria de 2.000 llegadas y salidas y más de 120.000 pasajeros. El de Heathrow, en Londres, era el mayor de Europa con más de 1.000 llegadas y salidas al día.

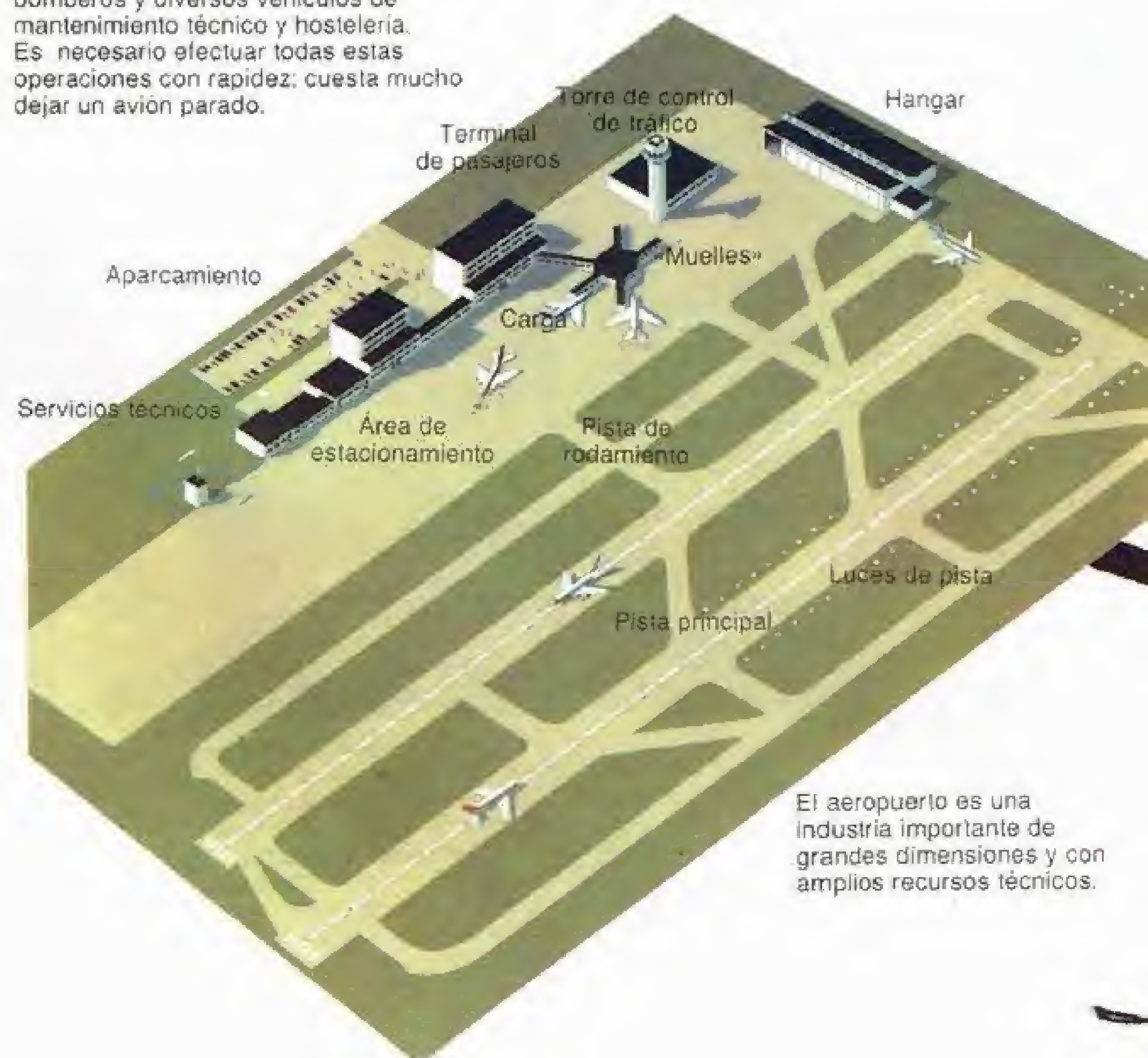


Servicios de tierra

Una vez en tierra, el avión es rodeado por vehículos de servicio: tractores de remolque, camiones cisternas, coches de bomberos y diversos vehículos de mantenimiento técnico y hostelería. Es necesario efectuar todas estas operaciones con rapidez; cuesta mucho dejar un avión parado.

Pasillos aéreos y aeropuertos

El tráfico aéreo está regulado meticulosamente. Todo aeropuerto (derecha) está rodeado de una zona aérea de aproximación estrechamente vigilada, en la que se sitúan los aviones a diferentes alturas mientras esperan su turno para aterrizar. Estas áreas a su vez están conectadas por pasillos aéreos, en los que los aviones vuelan a diferentes alturas y en diferentes direcciones. Todo el tráfico es observado en el radar y controlado por radio desde las torres de control de tráfico. Un aeropuerto (abajo) tiene varios kilómetros de pistas con balizas y sistemas de aterrizaje por instrumentos, y pistas de rodamiento para que los aparatos que se mueven en tierra no interfieran con los despegues o aterrizajes. Los aviones se agrupan en las áreas de estacionamiento, en torno a las cuales se encuentran los edificios de control de vuelo, de pasajeros y carga, servicios técnicos y administración.



El aeropuerto es una industria importante de grandes dimensiones y con amplios recursos técnicos.

La expansión de la red

La red internacional (pequeño mapa mundial) era bastante limitada en la década de 1930, estando formada principalmente por conexiones entre las principales capitales de Europa y el Lejano Oriente. Las rutas transoceánicas sobre el Atlántico y el Pacífico no se abrieron hasta poco antes del estallido de la Segunda Guerra Mundial.

La red internacional actual (mapa grande) es tan compleja que sólo se pueden mostrar aquí las rutas más importantes. Se complementan con una tupida red de líneas secundarias. Las rutas más activas siguen siendo las abiertas en los años 30. Las rutas aéreas de los países en desarrollo se dirigen principalmente a las grandes ciudades de los países industriales más que a otros países en desarrollo.

Durante los años 30 la British Imperial Airways utilizaba biplanos cuatrimotores Handley Page para los largos vuelos a Oriente.

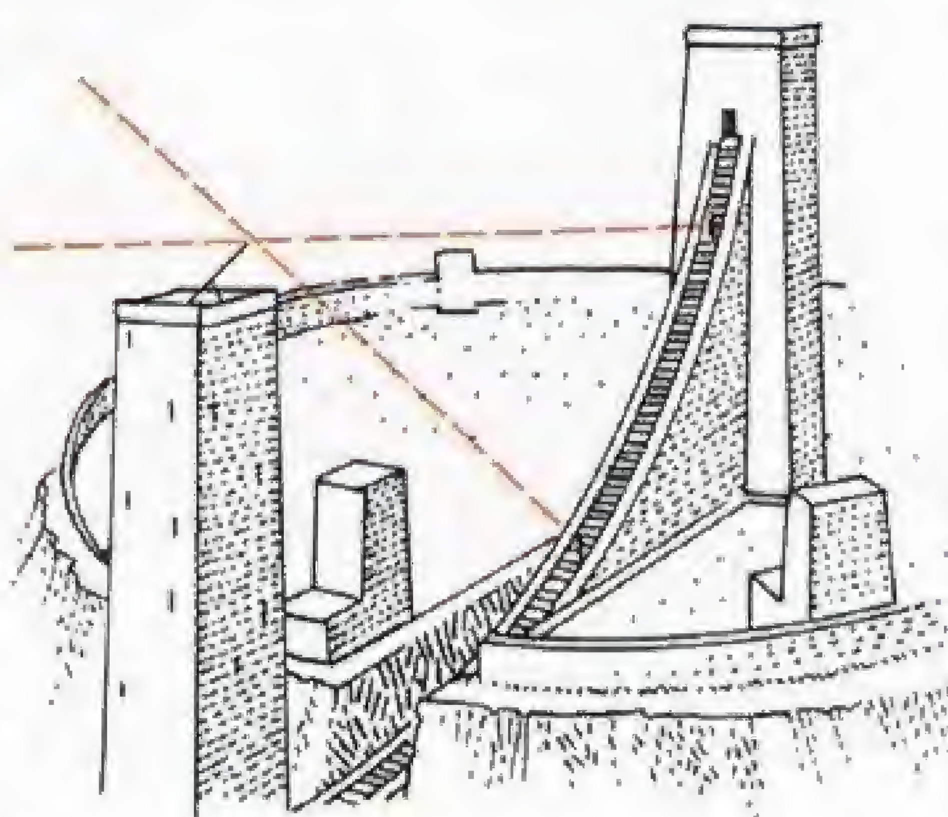
El Boeing 747 «Jumbo Jet» es el avión civil más grande de nuestros días. Se emplea casi exclusivamente para vuelos transoceánicos.

A la conquista del espacio

Observando el espacio



Desde tiempos inmemoriales las estrellas le han servido al hombre como reloj y puntos de referencia. La mayoría de los pueblos primitivos tienen un conocimiento práctico del tiempo astronómico y de la navegación celeste superior al del moderno ciudadano urbano medio.



Cuadrante para determinar la posición de las estrellas, en el observatorio de Ulugh Begh en Samarcanda, construido hacia el año 1440.

Antes de la invención del telescopio los instrumentos astronómicos tenían que ser muy grandes para lograr la suficiente precisión. A veces tales instrumentos constituían edificios enteros (derecha).

Galileo construyó el primer telescopio (aunque la idea era holandesa) e inmediatamente lo dirigió hacia las estrellas. Esto provocó una revolución científica; el hombre podía ver ahora más allá en el espacio y distinguir los planetas como cuerpos celestes y no como simples puntos de luz. Galileo descubrió las lunas de Júpiter y los anillos de Saturno.



El primer telescopio de Galileo, fabricado en 1609.

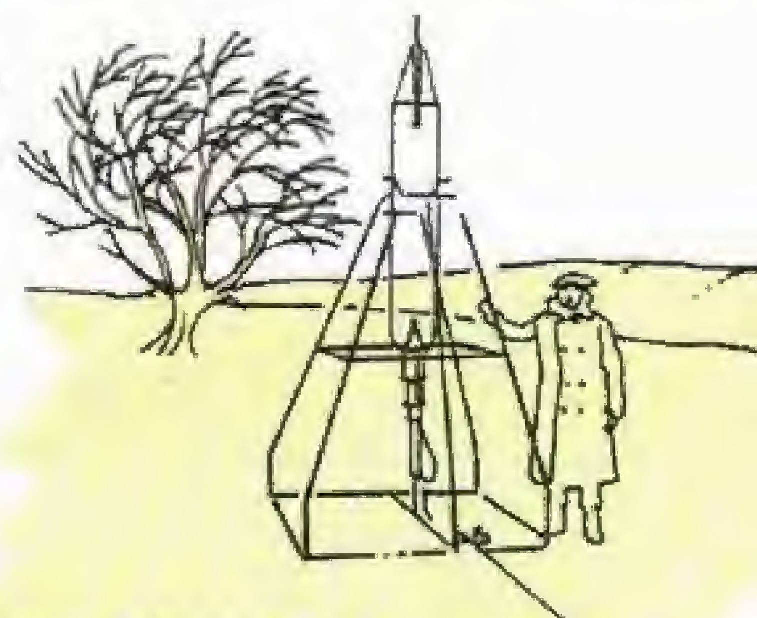
Toda radiación contiene información sobre su fuente. Los astrónomos modernos utilizan radiotelescopios (abajo) y registran imágenes por medio de los rayos ultravioletas e infrarrojos y de los rayos X.



Un sueño convertido en realidad



Julio Verne describió en una novela de ficción científica en 1865 el lanzamiento al espacio de un obús tripulado, su vuelo alrededor de la Luna y su aterrizaje en el Océano Pacífico.



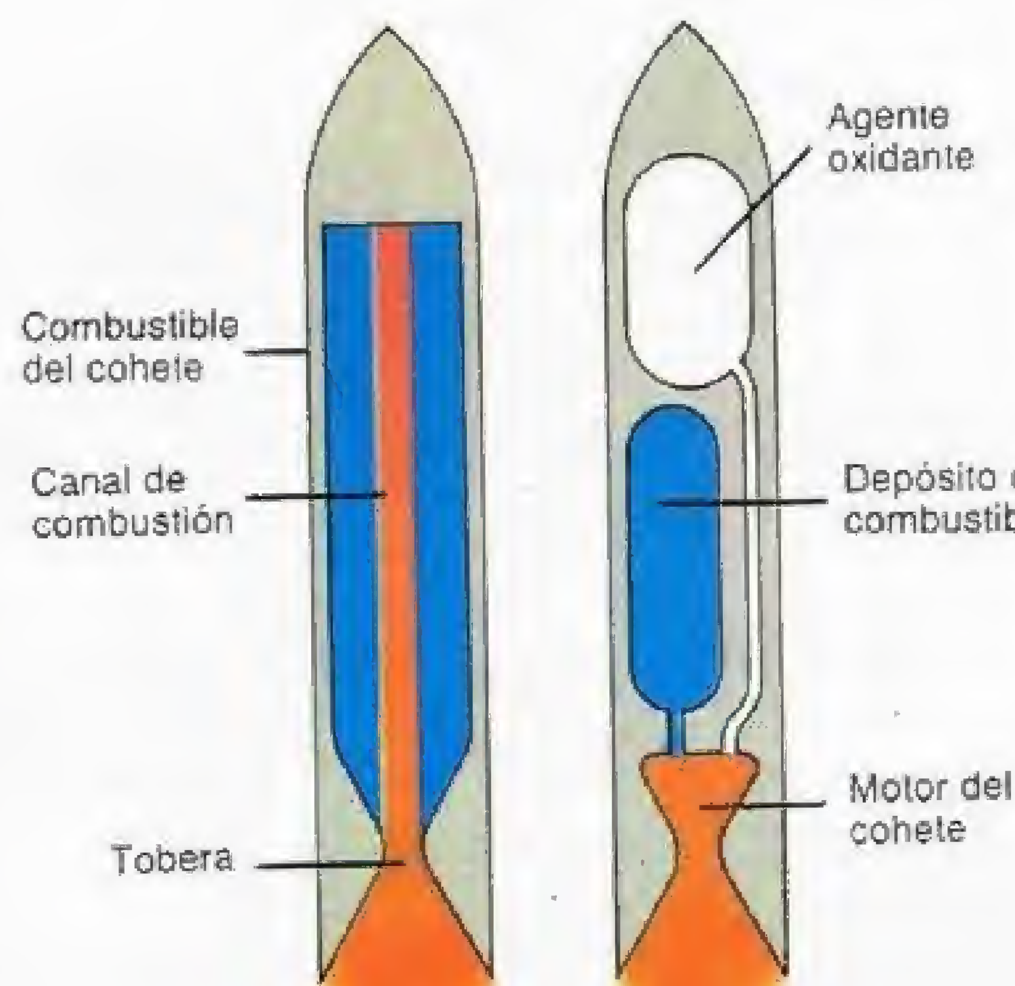
Robert Goddard fue el padre de las modernas técnicas de cohetes y construyó numerosos cohetes experimentales. Éste fue su primer modelo de éxito; ascendió varios cientos de metros en 1926.

El hombre inició su salida al espacio un día de abril de 1961, cuando el piloto de pruebas soviético Yuri Gagarin dio la vuelta a la Tierra en una hora y cuarenta y ocho minutos a bordo de una cápsula espacial. El hombre está ahora camino de un medio totalmente nuevo que le exige nuevos avances, pero que también le abre nuevas perspectivas.

Sólo hace 300 años que somos conscientes de la existencia del espacio exterior. A pesar de que Copérnico, hacia el año 1500, hizo algunas deducciones sobre nuestro sistema planetario, fue la nueva física de Galileo y Newton la que sustituyó los conceptos medievales del universo. Newton hubiera podido comprender cómo un cohete puede seguir funcionando en el vacío del espacio. Arrojando gases de combustión hacia atrás a alta velocidad se aumenta el impulso hacia adelante de acuerdo con las leyes del movimiento que el mismo Newton formuló. Él también hubiera entendido los satélites artificiales de nuestros días. Al igual que la Luna, cuya órbita Newton fue el primero en calcular, estos satélites son atraídos constantemente hacia la Tierra. Pero su velocidad orbital es tan elevada (3-8 km/seg) que su trayectoria se mantiene paralela a la superficie de la Tierra. Consecuentemente, los satélites no se estrellan contra el suelo, sino que siguen girando en órbita durante años.

Viajar y sobrevivir en el espacio requiere recursos técnicos avanzados. Los seres humanos necesitan oxígeno para respirar y protección contra las radiaciones y las temperaturas extremas. La falta de gravedad prolongada puede provocar confusión mental, el deterioro de la composición de la sangre y la descalcificación de los huesos. Para mantener al hombre vivo en el espacio es necesario llevar a cabo investigaciones fundamentales y desarrollar una nueva tecnología para el mantenimiento de la vida. Si el hombre no busca sólo sobrevivir, sino también trabajar en el espacio los requisitos tecnológicos serán aún mayores.

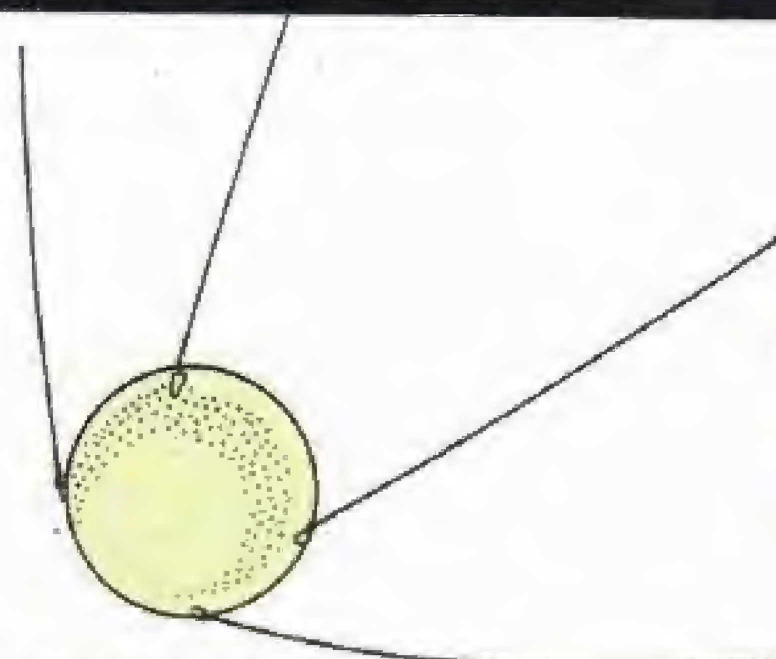
Actualmente, hay unos 300 satélites activos girando alrededor de la Tierra y ya se están elaborando proyectos de estaciones espaciales permanentes. La exploración y la investigación espaciales darán nuevas dimensiones a nuestra civilización. Nos aguardan nuevos conocimientos sobre los orígenes, historia y destino último del sistema planetario y del universo.



Combustibles sólido y líquido
El cohete de combustible sólido (izquierda) es una versión refinada del popular cohete de los fuegos artificiales. El combustible, generalmente caucho sintético mezclado con un agente oxidante, tiene un canal de combustión en el medio y expulsa los gases por una tobera. El cohete de combustible líquido (derecha) tiene depósitos separados para el combustible y el agente oxidante. Un vehículo que disponga de un motor de este tipo puede ser reabastecido de combustible y volverse a utilizar, mientras que el cohete de propulsor sólido sólo se puede utilizar normalmente una vez.



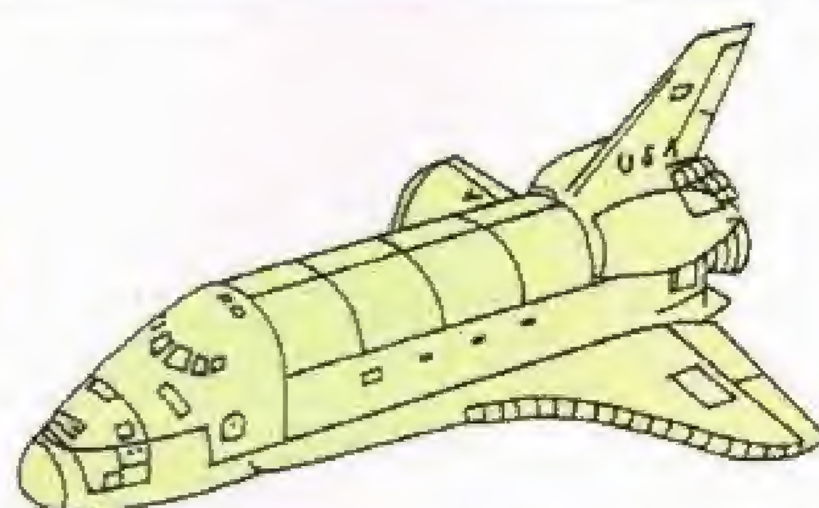
ernher von Braun
esarrolló el cohete V2 en la base emana de Peenemünde durante la egunda Guerra Mundial. Posteriormente, abajó en misiles balísticos y proyectos e satélites en Estados Unidos.



El Sputnik 1
fue el primer satélite fabricado por el hombre. La Unión Soviética lo situó en órbita en 1957, iniciando la carrera espacial que aún mantiene con Estados Unidos.



Los viajes a la Luna
de finales de los 60 y principios de los 70 fueron el colofón de una época de la historia de los viajes espaciales. Desde entonces, se ha prestado mayor atención a aplicaciones prácticas y resultados científicos que a hazañas prestigiosas.



El transbordador espacial
fue construido por Estados Unidos y realizó su primer vuelo en 1982. Este vehículo espacial recuperable ha disminuido en gran medida el coste de la puesta en órbita de pequeños satélites y de la realización de experimentos científicos en un estado de ingravidez o en el vacío del espacio.



Los satélites situados a una altura de 36.000 km tienen un período orbital de 24 horas, permaneciendo así estacionados en un mismo punto sobre la Tierra. Son satélites «geosincrónicos».

La utilización del espacio

Actualmente se desarrolla una intensa actividad en nuestro «espacio inmediato». Satélites meteorológicos, de localización de recursos y de reconocimiento, están continuamente fotografiando nuestro planeta y estudiando su superficie con diversos instrumentos. Los satélites han revolucionado las telecomunicaciones internacionales y ya se utilizan satélites de navegación. Sin embargo, el hombre no estará realmente establecido en el espacio hasta la instalación de auténticas estaciones espaciales, algo que se contempla para el próximo siglo (esquema inferior). Tales estaciones rotarán probablemente para dar a sus tripulantes cierta sensación de gravedad.



Las estaciones espaciales
servirán principalmente como avanzadillas científicas. Un área de investigación importante es la fisiología: seguimos sin tener un conocimiento completo sobre los problemas físicos que le pueden sobrevenir al hombre en estancias prolongadas en el espacio.

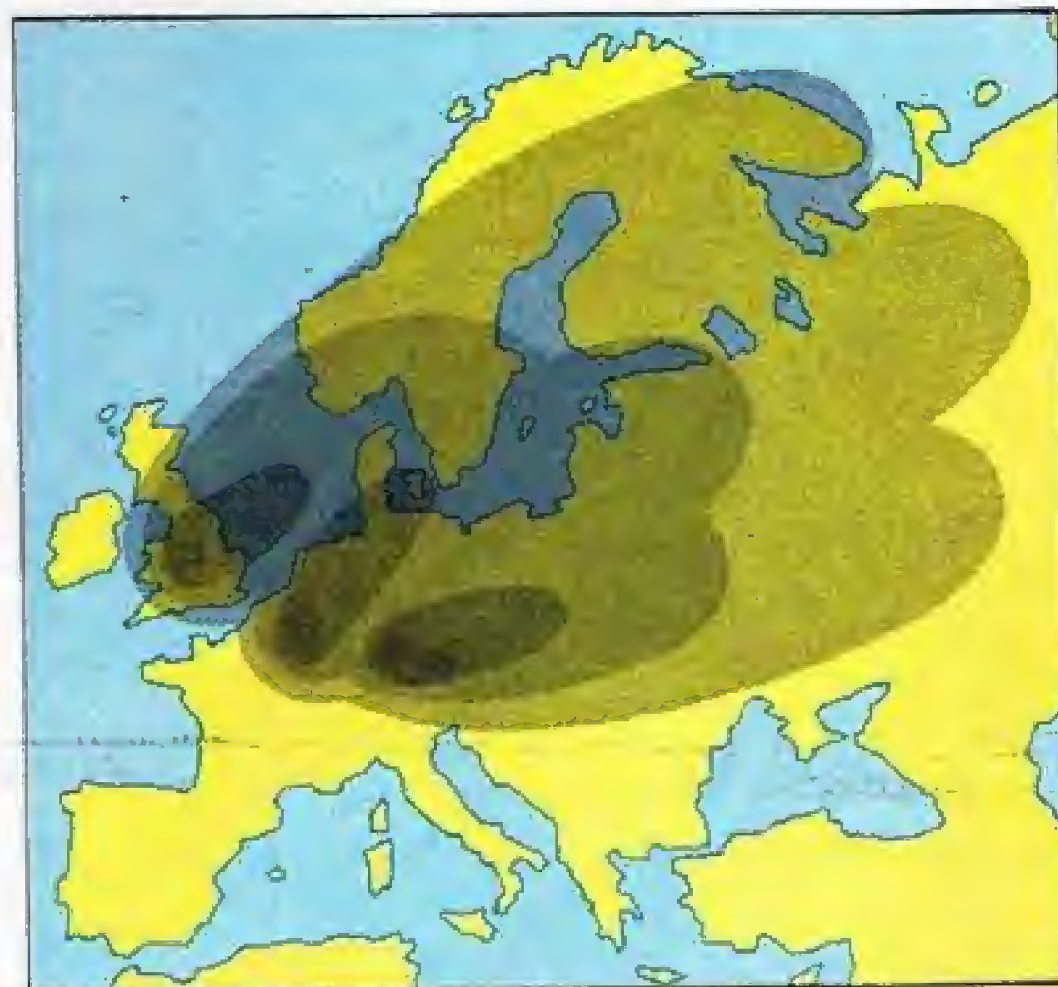
Satélite con células solares

El hombre y la atmósfera

La contaminación industrial del aire
Las grandes concentraciones de industrias pesadas pueden producir una grave contaminación. Desde las chimeneas de las regiones industriales, como los Midlands británicos, el Ruhr y la Sajonia-Bohemia, la contaminación se extiende hacia el norte y el este con los vientos dominantes.

Contaminación a larga distancia

La contaminación procedente de una zona de industria pesada sigue el mismo esquema de distribución que la lluvia radiactiva de una explosión nuclear. Las partículas más pesadas (hollín, ceniza) descienden cerca de la chimenea. En un área elíptica a sotavento de la fuente, la contaminación es intensa. A mayores distancias parte del material se eleva y se diluye, aunque puede regresar a tierra con la lluvia.





Contaminación local
Donde el terreno y las inversiones térmicas impiden la dispersión del contaminante, la luz solar puede convertir los hidrocarburos y los óxidos nítricos en un «smog» (niebla sucia) picante y amarillento. La fotografía es de Los Ángeles, donde este tipo de «smog» se da con frecuencia.

La fuerte contaminación del aire corroe metales, daña edificios y causa enfermedades respiratorias.

Límite de la lluvia de partículas

Límite de contaminación gaseosa a ras del suelo

Límite de la lluvia ácida

Cuando Carl von Linné visitó la mina de cobre de Falun, en el centro de Suecia, a principios de 1734, observó la contaminación del aire con interés y preocupación. El humo sulfuroso se cernía sobre la pequeña población y sus habitantes que no cesaban de toser. Sin embargo, no tenían que ir muy lejos para encontrar aire fresco, pues la contaminación era local.

La industria moderna no está situada en comunidades mineras alejadas, sino dentro de las grandes ciudades. Consecuentemente, el número de personas afectadas por la contaminación del aire es cada vez mayor. El aumento de los escapes de humos y venenos aerotransportados es más de lo que puede soportar el sistema de circulación de la atmósfera, y la capacidad de la vegetación para purificar el aire disminuye a medida que las plantas se envenenan.

La contaminación del aire se produce principalmente por la combustión de petróleo y carbón. Al arder estas sustancias liberan metales pesados que llevan cientos de años fijados a la corteza de la Tierra. El problema más grave es el del azufre. Es lanzado a la atmósfera como dióxido de azufre (SO_2), aunque en contacto con el agua se convierte en ácido sulfuroso (H_2SO_3) y finalmente en ácido sulfúrico (H_2SO_4). Este ácido corroe la maquinaria y los componentes metálicos y daña la piedra de los edificios, siendo un buen ejemplo la Acrópolis de Atenas. Sin embargo, las enfermedades respiratorias y pulmonares que engendra en millones de personas constituye un problema más grave.

Durante muchos años la gente se negaba a aceptar que este problema se extendiera más allá de los centros industriales. Pero el viento puede transportar los ácidos a grandes distancias, desde el Ruhr a Escandinavia y desde Estados Unidos a Canadá, antes de caer en lluvia ácida. Tanto en Escandinavia como en Canadá, la roca madre tiene bajo contenido de cal y el suelo carece de una reserva alcalina protectora que neutralice el ácido. Los daños se perciben rápidamente. Se altera el crecimiento de los bosques y los árboles debilitados se vuelven vulnerables a enfermedades y a los ataques de los parásitos. Actualmente, los bosques de Europa central están empezando a morir según se van agotando las reservas alcalinas de la roca madre. En lagos y arroyos cesa toda la vida cuando el valor pH cae por debajo de 4. Muchos lagos de Escandinavia han perdido ya toda vida orgánica.

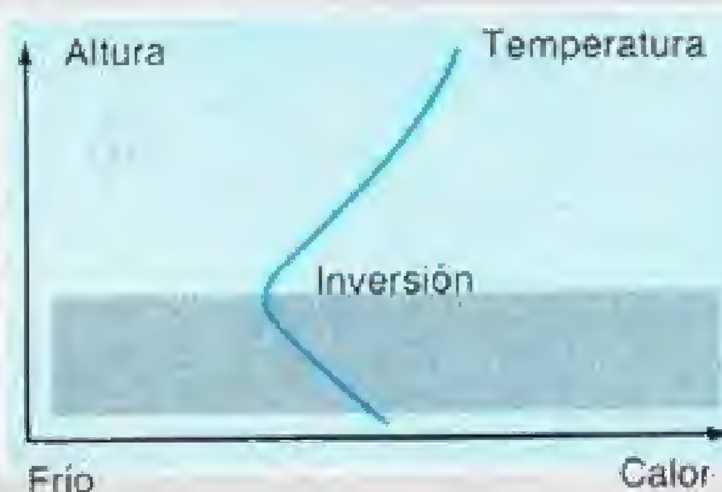
Dos problemas a largo plazo preocupan a los científicos. Uno atañe a la capa de ozono de la atmósfera, oxígeno triatómico, que absorbe la mayor parte de las radiaciones ultravioletas del Sol. Si esta capa desaparece o se deteriora, la vegetación de la Tierra sufrirá graves daños. Uno de los resultados de una guerra nuclear sería la destrucción de la capa de ozono. Los escapes a la estratosfera del gas freón procedente de los aerosoles y de los acondicionadores de aire y de los tubos de escape de los aviones a reacción, pueden también dañar la capa protectora.

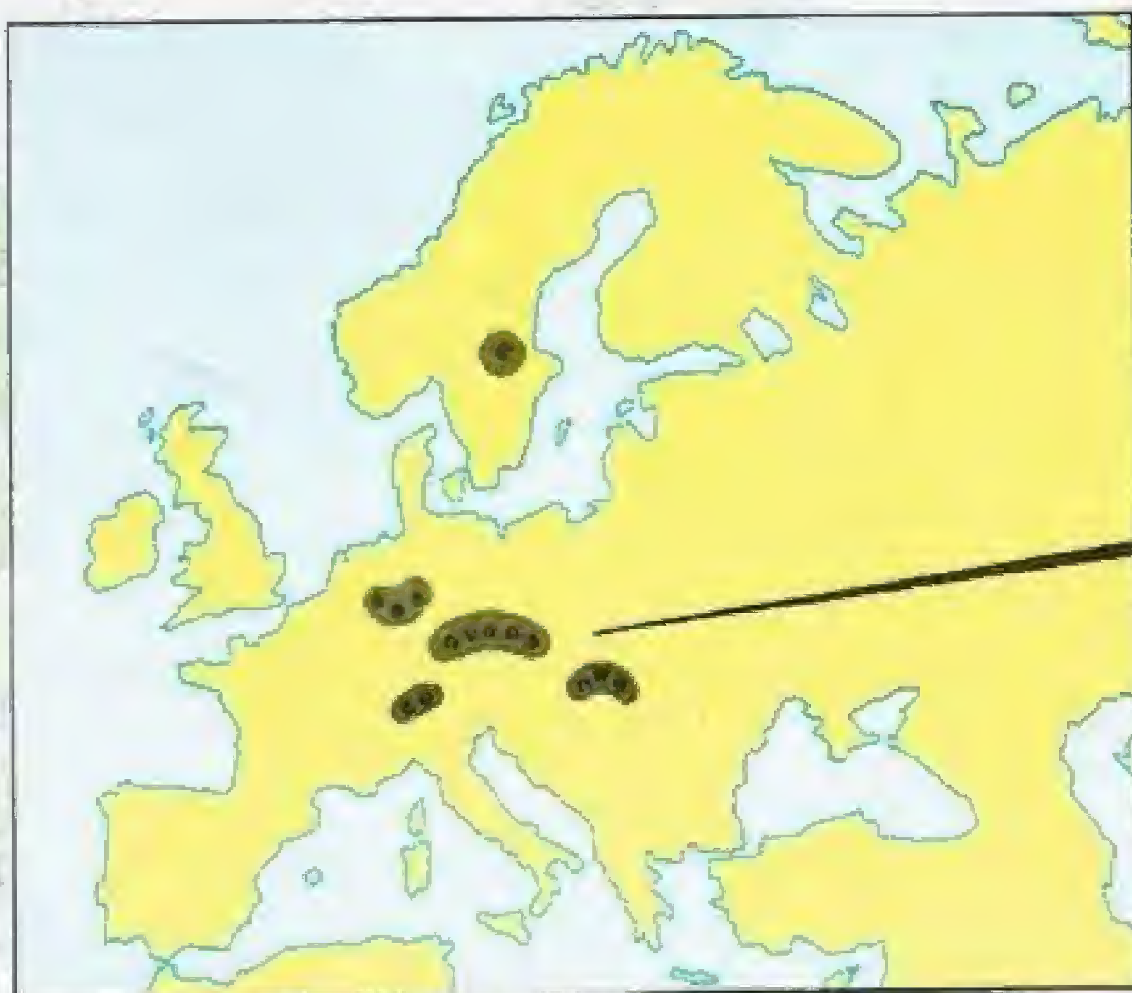
El segundo problema lo causa el dióxido de carbono. Si la combustión del petróleo y del carbón aumenta el contenido de dióxido de carbono de la atmósfera, la presencia de este gas podría disminuir las irradiaciones de calor de la Tierra al espacio. Esta alteración del equilibrio de radiaciones del planeta tendría graves efectos, aún desconocidos, sobre el clima. En este siglo ha aumentado el volumen de dióxido de carbono de la atmósfera, aunque no está probado que la temperatura media de la Tierra haya también aumentado. La destrucción de los bosques emite también a la atmósfera grandes cantidades de dióxido de carbono procedente de la biomasa quemada y descompuesta, lo cual supone una amenaza a nuestras reservas de oxígeno.

Estos problemas no son insuperables. La industria puede adoptar procesos más limpios. El problema de los escapes de coches puede solucionarse con mejores aparatos purificadores y otros tipos de motores y combustibles. Se puede detener la despiadada despoblación forestal. Unas medidas rápidas y la colaboración entre países pueden asegurar la existencia de un aire limpio para la respiración de las futuras generaciones.

Inversión térmica

En algunos casos la atmósfera se estratifica de tal manera que la temperatura a cierta altura aumenta en lugar de disminuir. Esta inversión térmica mantiene la contaminación como si estuviera bajo una tapadera, y puede alcanzar un nivel de concentración peligroso en poco tiempo.





La contaminación del aire en el pasado
En el siglo XVI antes de la industrialización, ya había contaminación en el aire. Se daba principalmente en los distritos mineros donde se procesaban las menas de azufre (mapa). Sin embargo, era a una escala tan reducida que la contaminación se limitaba a zonas muy pequeñas.



La metalurgia en el siglo XVI
era primitiva. Los hornos eran poco eficaces y las menas de azufre se solían procesar con frecuencia en hogares abiertos que despedían gran cantidad de humo. La liberación del dióxido de azufre destruía en muchos casos la vegetación de la zona circundante.

Las sustancias tóxicas del aire pueden penetrar en las plantas alimenticias, alcanzando niveles peligrosos. El crecimiento de las plantas puede verse también gravemente alterado.



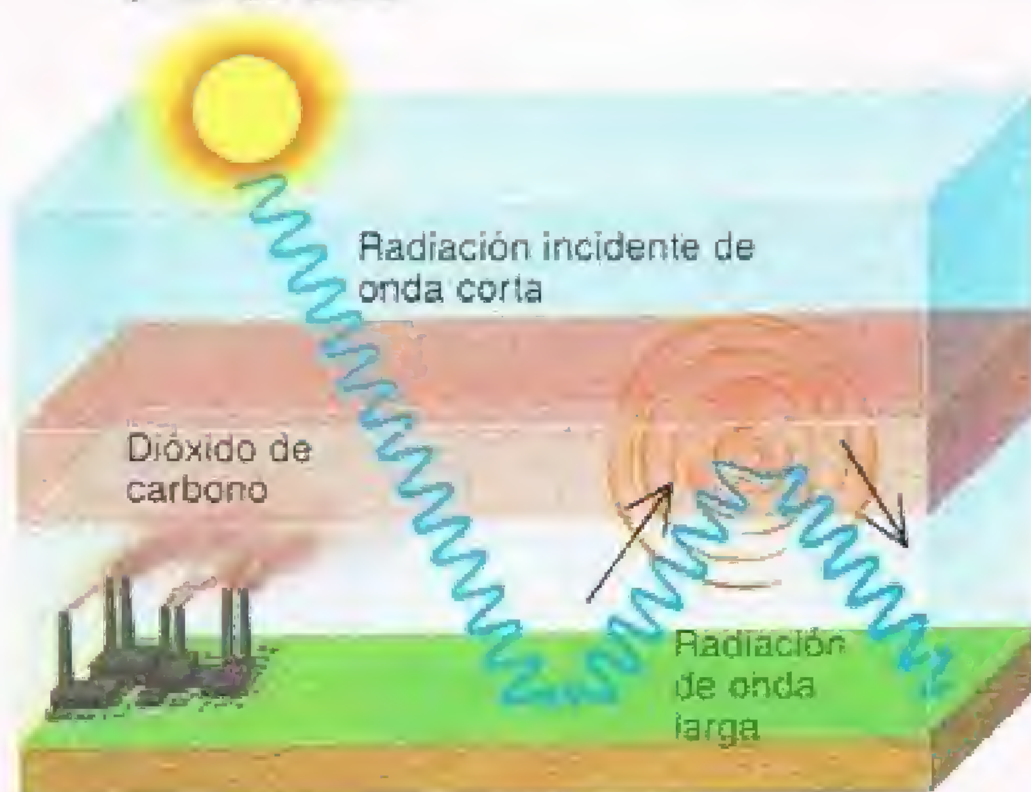
El aire que respiramos
contiene a menudo sustancias extrañas (arriba, algunos ejemplos) procedentes de diversas fuentes, como la industria, los escapes de los vehículos, las calefacciones y la quema de residuos.

Amenazas a largo plazo

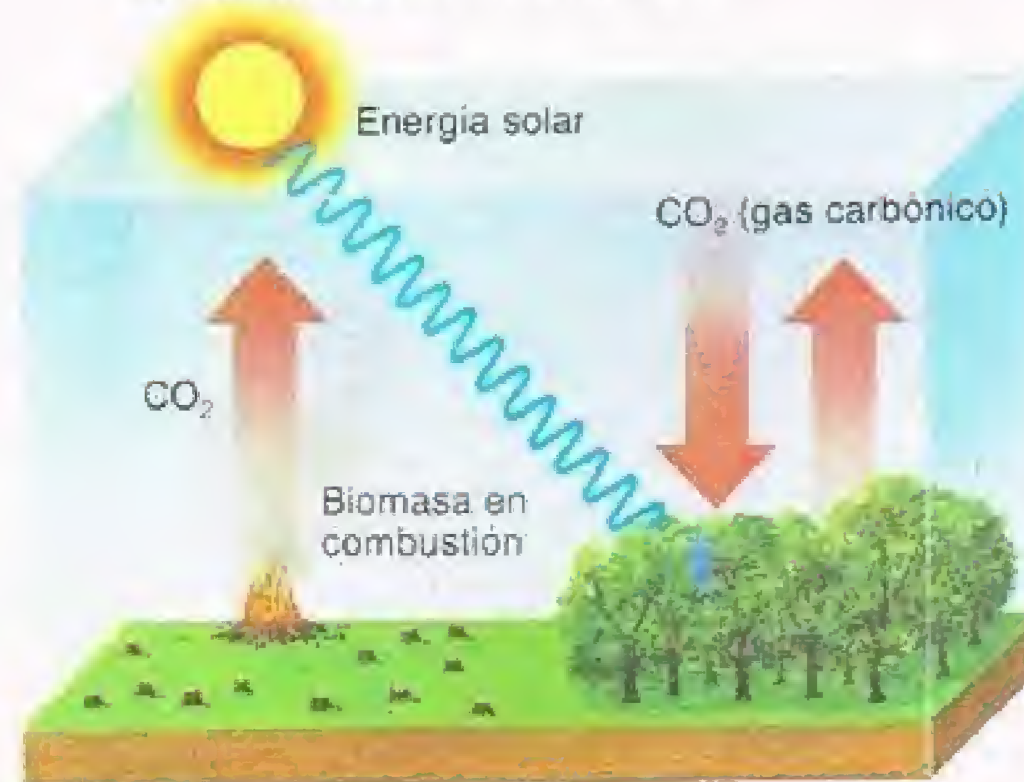
Las explosiones nucleares y los reactores de vuelo a gran altura pueden destruir la capa de ozono que nos protege de las peligrosas radiaciones ultravioletas del sol.



El dióxido de carbono procedente de la combustión del carbón y del petróleo puede obstaculizar la irradiación de calor al exterior (efecto invernadero) y modificar el clima mundial.



Los bosques fijan el dióxido de carbono mediante la fotosíntesis y lo expulsan por la respiración. Las áreas deforestadas sólo pueden emitirlo, nunca fijarlo.







El agua

Los navegantes de la antigua Grecia creían que la Tierra era un disco plano rodeado de un gran mar exterior, Oceanus. El primer filósofo griego, Tales, que vivió en torno al año 600 a. de C., creía que el agua era el origen del mundo.

Cuando los químicos del siglo XVIII demostraron que era un compuesto de hidrógeno y oxígeno, el agua perdió su condición de elemento primario. Pero nada más sufrir tal revés, la nueva ciencia de la fisiología descubrió su importancia fundamental en los procesos vitales, como disolvente de los compuestos de carbono que constituyen las sustancias químicas base de la vida. En la actualidad, los científicos creen que la vida surgió en el agua, probablemente en una cuenca protegida de agua de marea en las costas del mar primigenio.

El agua ha influido siempre en el desarrollo cultural de la humanidad. El hombre primitivo huía de los desiertos áridos y de las junglas impenetrables. Las primeras civilizaciones avanzadas surgieron donde los grandes ríos, el Eúfrates y el Tigris, el Nilo, el Indo y el Amarillo, le permitían al hombre regar sus campos. Más adelante, el hombre puso velas a sus embarcaciones todavía primitivas y recorrió los océanos.

Hoy día la existencia de agua sigue siendo un factor vital de nuestras vidas. En las regiones agostadas del Próximo Oriente y del suroeste de Estados Unidos, la falta de agua se ha convertido en una amenaza para el futuro, aunque también en Europa central la escasez de agua está resultando un obstáculo creciente para la expansión de ciudades e industrias.

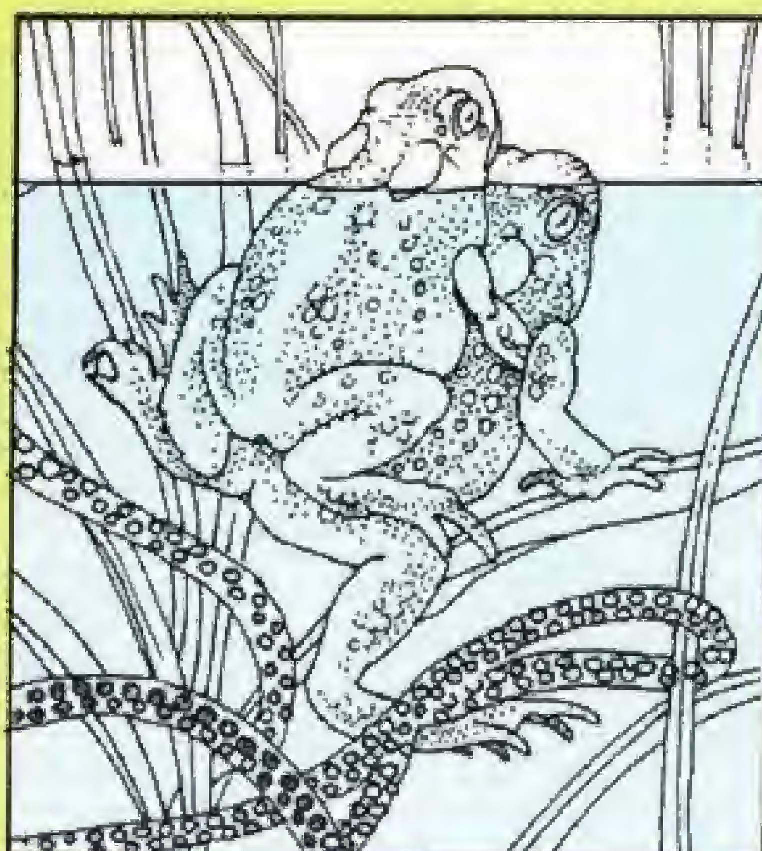
Nuestro constante interés por el agua ha dado como resultado la aparición de todo un grupo de «ciencias del agua». La meteorología es una de ellas, al estar íntimamente relacionada con el ciclo del agua. La hidrología comprende el estudio de las aguas superficiales y de las aguas subterráneas, y la limnología es la ciencia de la biología del agua dulce. Sin embargo, las más fascinantes para el gran público son la oceanografía y la biología marina. Hasta el siglo pasado no se exploraron las profundidades del océano, ni se estudiaron y clasificaron sus organismos. En nuestra época, hemos descendido a las mayores profundidades del mar y hemos encontrado vida. Todo esto nos ha hecho comprender la importancia del agua y la locura de contaminarla. La amenaza de extinción de algunas especies acuáticas nos obliga a tomar medidas internacionales para salvarlas.

El agua, fuente de vida

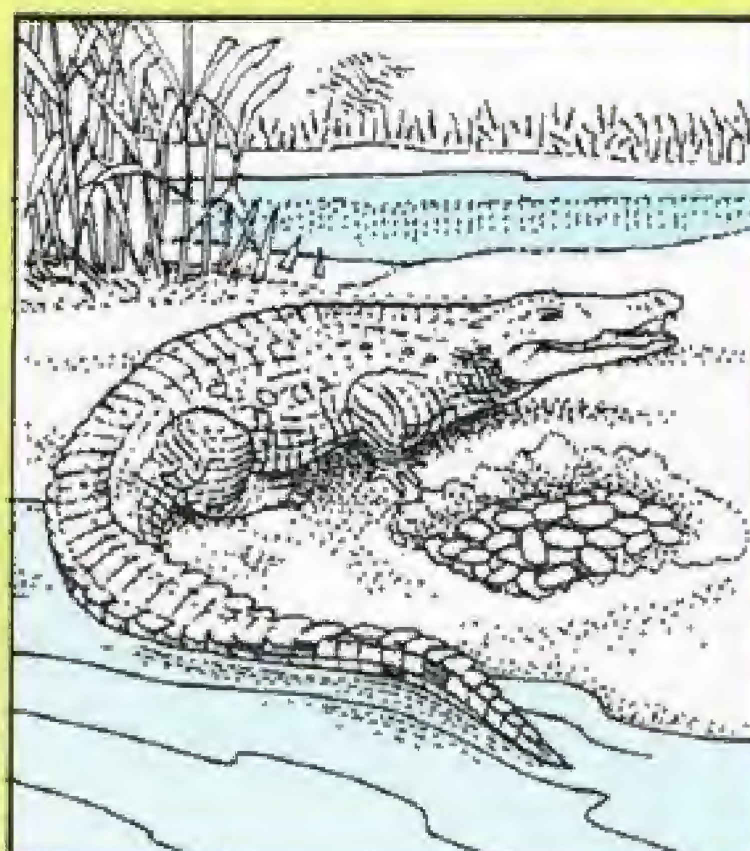
La reproducción dentro y fuera del agua



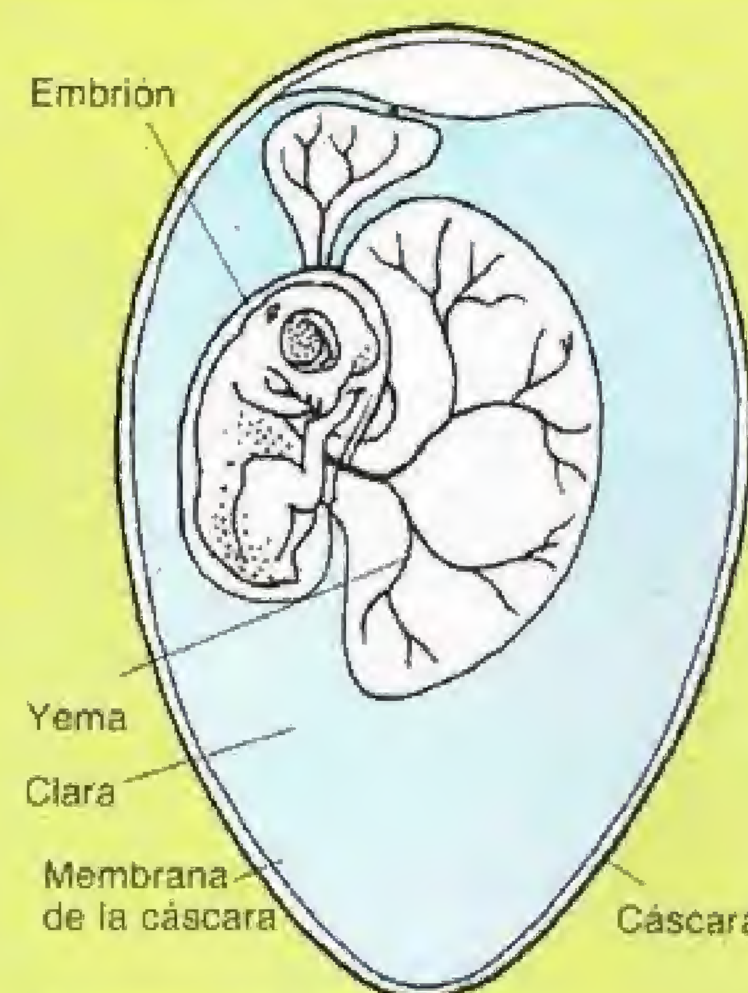
Los peces
tienen fertilización externa: el macho y la hembra vacían simultáneamente en el agua la lechaza y los huevos. Se mezclan y se unen el espermatozoide y el óvulo. El óvulo madura muy rápidamente y los alevines surgen en una fase temprana de desarrollo.



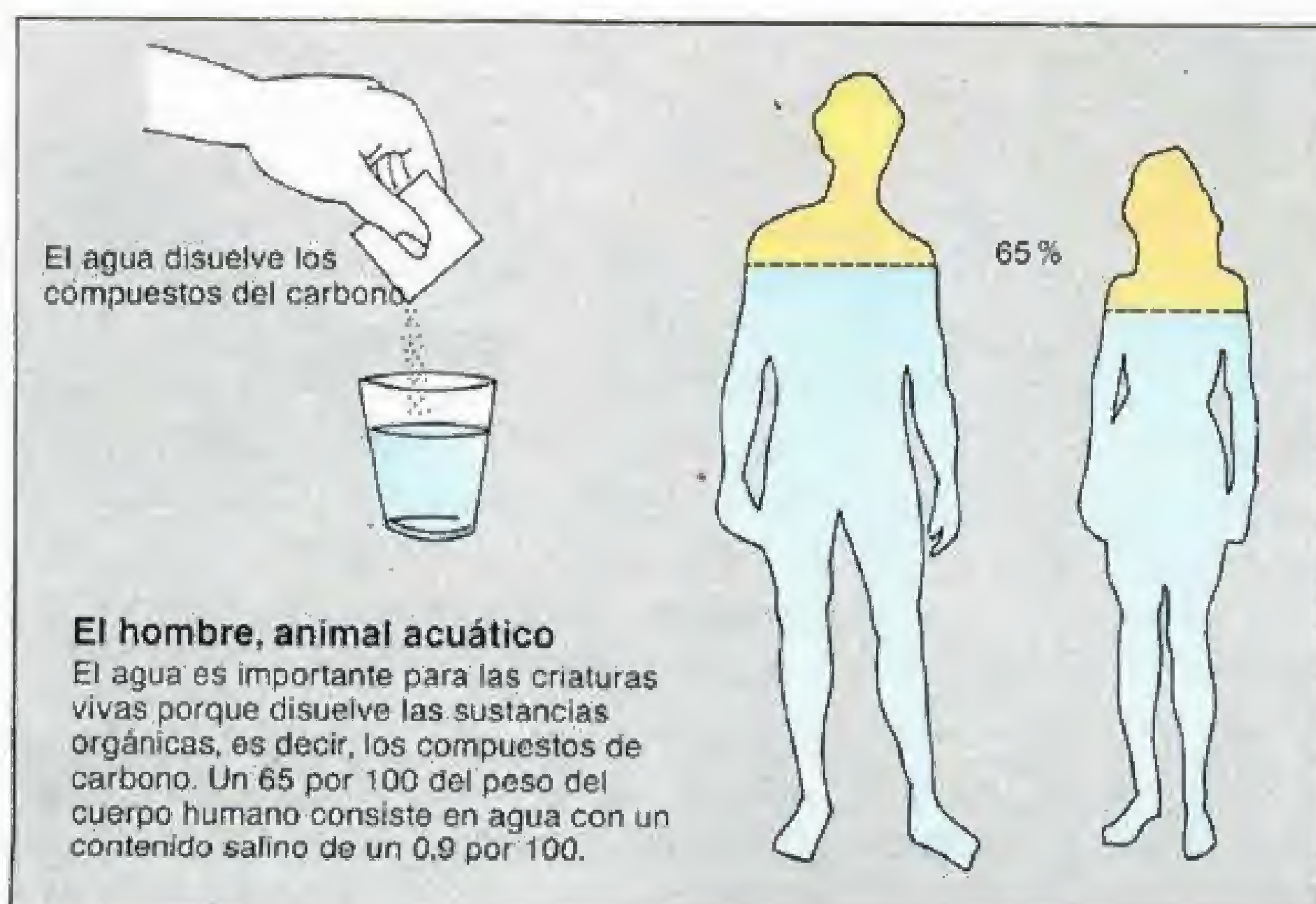
Los anfibios
han dado el primer paso a tierra, aunque el sistema reproductor sigue siendo el de los peces. Sin embargo, la posición de apareamiento en la que el macho se une a la hembra es un paso hacia la cópula y la fertilización interna.



Los reptiles
presentan dos innovaciones. La cópula hace que sea posible la fertilización fuera del agua. La cáscara protectora de los huevos supone que éstos pueden depositarse en tierra y el embrión se puede desarrollar a mayor temperatura de lo que sería posible en el agua.



El huevo de las aves
tiene una cáscara rígida con una membrana que recubre el interior. El feto de los mamíferos (derecha) se desarrolla de forma similar al embrión de las aves, aunque en aquéllos el desarrollo tiene lugar en el útero.



El hombre, animal acuático
El agua es importante para las criaturas vivas porque disuelve las sustancias orgánicas, es decir, los compuestos de carbono. Un 65 por 100 del peso del cuerpo humano consiste en agua con un contenido salino de un 0,9 por 100.

El agua es un compuesto simple de hidrógeno y oxígeno. Un químico que se tropezara con esta sustancia por primera vez se referiría a ella como óxido dihidrogenado. No obstante, tal término carecería de las agradables connotaciones que nos da la palabra «agua»: el líquido claro y puro que apaga la sed, nos refresca, nos limpia, mantiene el verdor de los bosques y los dorados trigales. El agua ha engendrado todas estas asociaciones por ser verdaderamente fuente de vida.

¿Cuáles son las características exclusivas que hacen del agua un elemento tan importante para todos los seres vivos?

Propiedades físicas

La temperatura media de la superficie de la Tierra es de aproximadamente +2° C y la temperatura del aire se suele mantener dentro de los 40° C por encima y por debajo. El punto de congelación del agua está, por tanto, justo por debajo de la temperatura media de la Tierra, mientras que el punto de ebullición está 98° por encima. Esto significa que el agua puede existir en forma líquida durante una gran parte del año en la mayor parte de la superficie terrestre, mientras que por otro lado, no hace tanto calor en ninguna parte para que el agua se gasifique, estado que sería incompatible con la vida. En nuestro planeta el agua existe en sus tres estados físicos: hielo, agua y vapor y puede estar presente simultáneamente en la atmósfera, en la hidrosfera, en la corteza de la Tierra y en los organismos vivos, cumpliendo funciones vitales.

El agua tiene un calor específico alto; hace falta mucha energía para convertir en vapor un litro de agua. Este calor puede recorrer largas distancias como calor latente en la humedad atmosférica, y liberarse de nuevo como calor en el aire cuando la humedad se condensa en nubes, lluvia o nieve. De esta forma, el agua desempeña un papel importante en la nivelación de las diferencias de temperatura.

El agua y la vida

El agua es importante para los organismos vivos por ser un disolvente eficaz y fácilmente accesible de los compuestos de carbono. La mayoría de las reacciones bioquímicas sólo se pueden producir en soluciones de agua. Esto significa que el agua puede transportar sustancias disueltas entre diferentes partes del cuerpo, como por ejemplo en la sangre, cuyo suero tiene una base de agua. Las funciones del agua en el organismo tienen su equivalente fuera de él. El agua que bebemos y con que nos lavamos es un disolvente, aunque también sirve para eliminar nuestros desechos.

La vida se originó en el agua. Para los organismos acuáticos el medio líquido es muy parecido tanto fuera como dentro de la célula y del embrión. Sin embargo, en la tierra, la fertilización y el desarrollo del feto requieren mecanismos diferentes. Los huevos de los reptiles y de las aves son como diminutos estanques de agua dentro de una cáscara protectora que retiene el líquido al tiempo que admite el oxígeno. El feto de los mamíferos está suspendido en un mar interior de fluido que lo mantiene y lo protege. El agua es importante en todas las fases de desarrollo. Un adulto necesita entre 2,5 y 3 litros al día para sus procesos fisiológicos. Parte de este agua la obtenemos a través del alimento, el resto simplemente la bebemos.

El agua y la humanidad

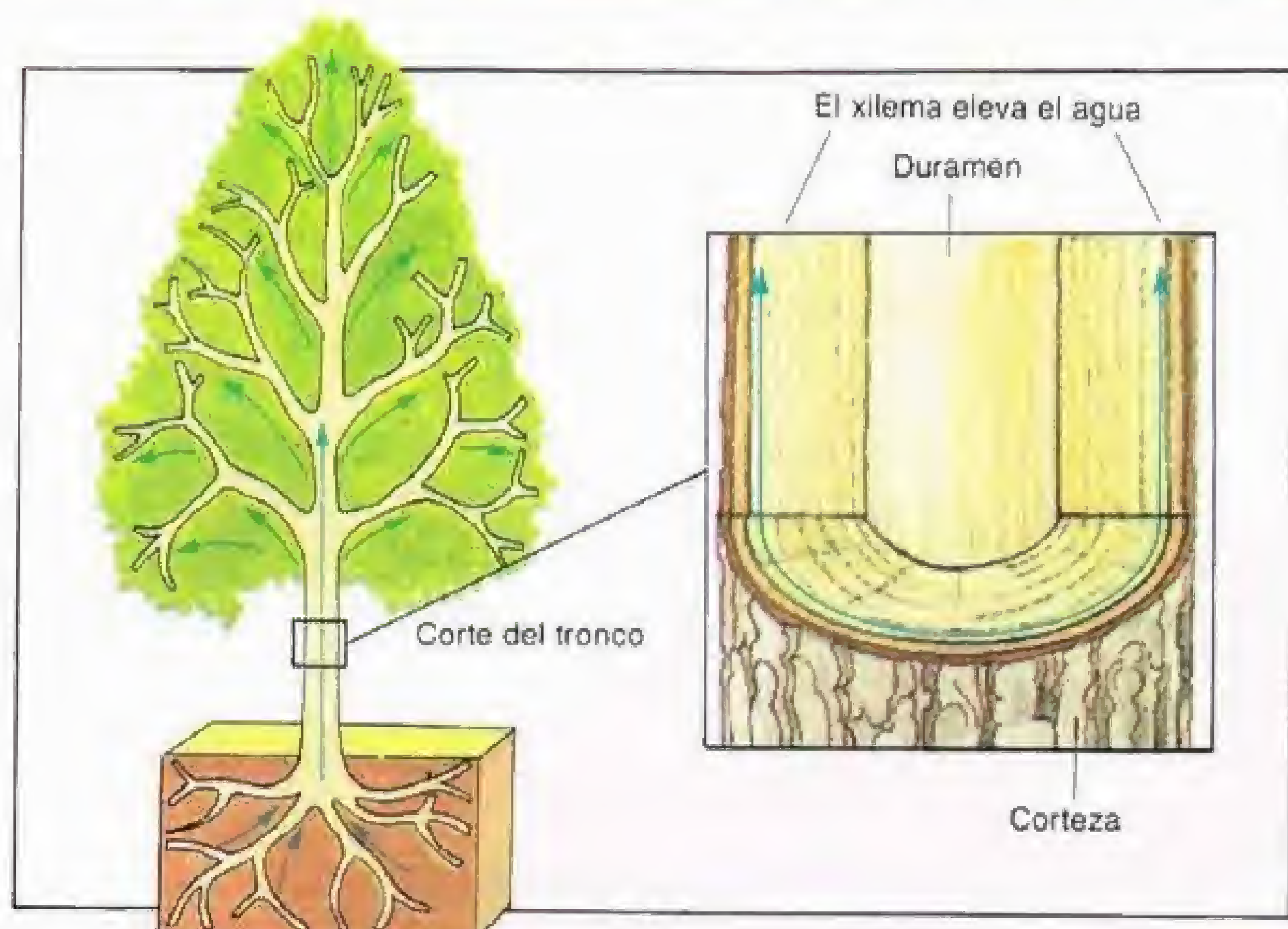
Debido a su dependencia del agua, el hombre siempre ha intentado vivir cerca de ella, aunque no fuera más que un pozo de agua en el desierto. Inventaba rituales místicos de protección para la fuente de agua y reaccionaba con furia e incluso irracionalmente ante cualquier amenaza a sus reservas. En la Edad Media se justificaron algunas masacres de judíos porque se suponía que habían sido los causantes de la Peste Negra, envenenando los pozos. En los países industriales, la fuente del pueblo ha sido sustituida por tuberías que traen el agua a las casas y se llevan los residuos.

Casi todos nuestros problemas de agua proceden de la no separación de sus funciones principales; el agua sucia se mezcla con la pura. Las enfermedades transmitidas por el agua se extienden principalmente donde coinciden densas poblaciones y bajos niveles tecnológicos. Hoy día la mayoría de pueblos carecen de un abastecimiento adecuado de agua pura, a pesar de ser la necesidad más fundamental del hombre.



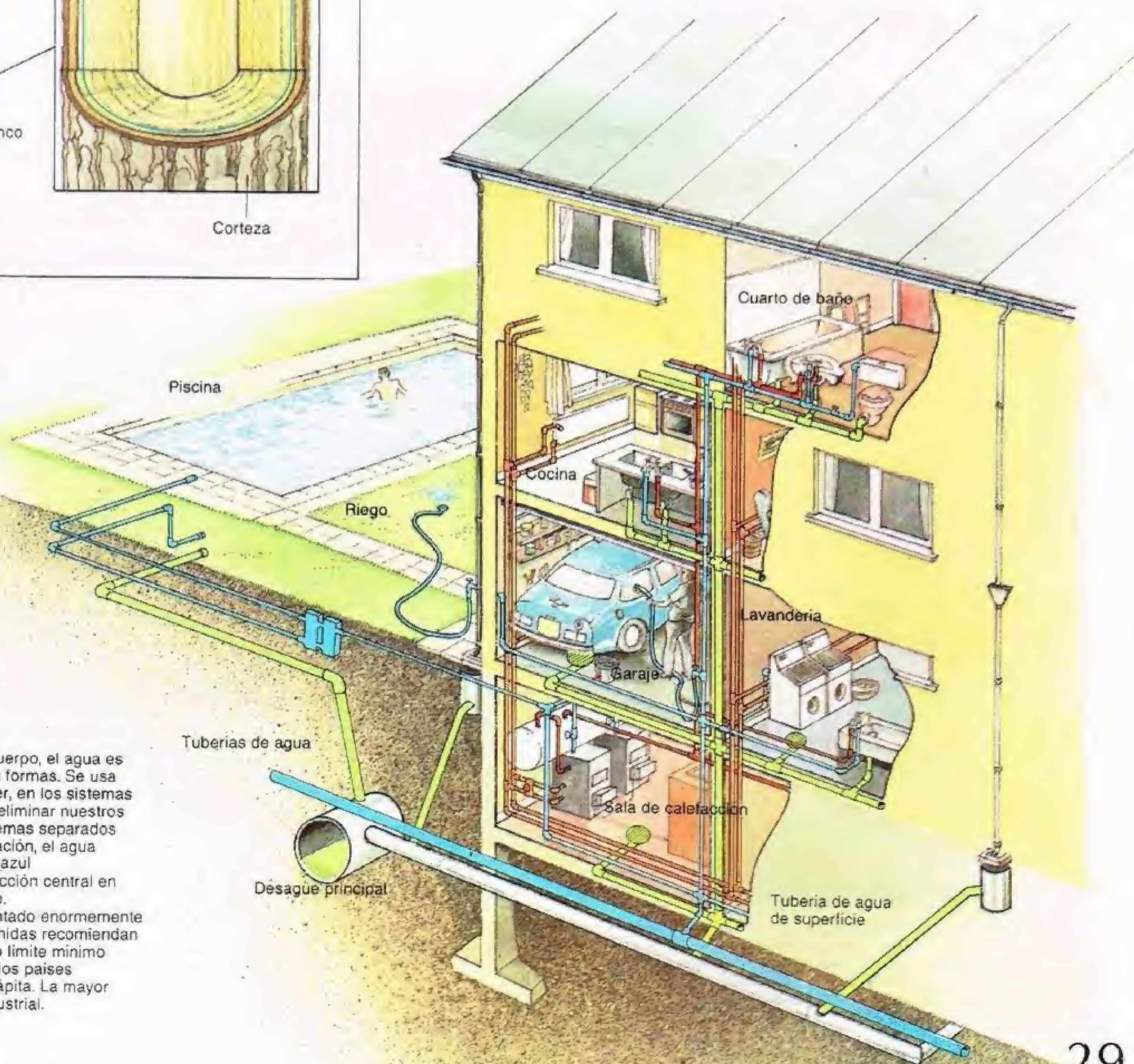


Nuestra agua de cada día
Un ser humano adulto necesita unos tres litros de agua al día para sobrevivir, descontando el agua para usos domésticos. Las mujeres de las regiones rurales de los países pobres dedican una gran parte de su día laboral a acarrear agua de pozos y ríos, agua que a menudo es insalubre.



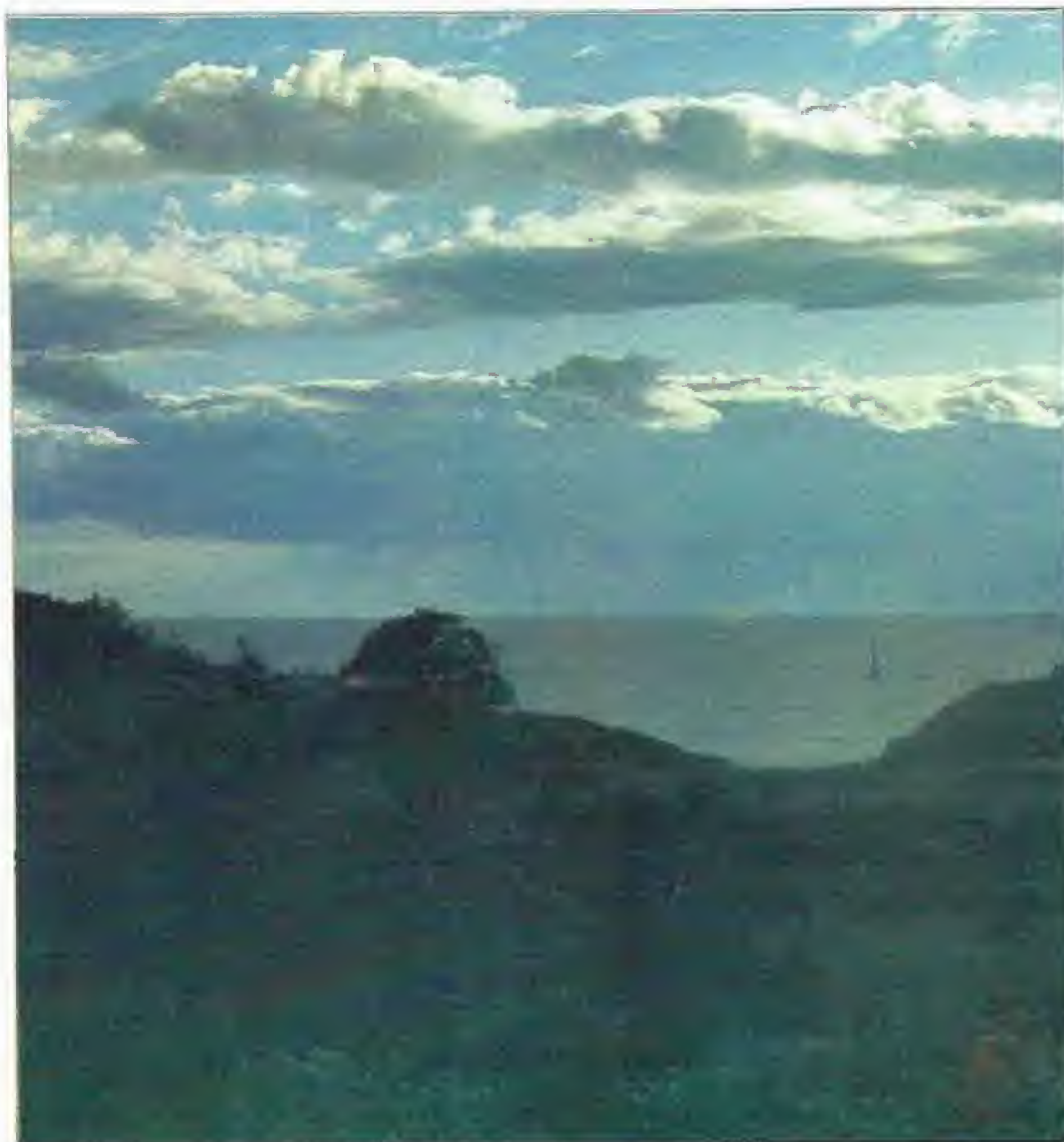
El fluido vital

Las plantas vasculares (representadas por el árbol, arriba) fueron los primeros organismos que se adaptaron completamente a la vida en tierra.
Un complejo sistema de transporte de fluidos eleva el agua desde las raíces del árbol hasta la copa que puede estar a 20-30 m del suelo. De esta forma, las células del tronco y hojas obtienen la humedad que necesitan. Es, no obstante, un sistema de vía única: el árbol transpira por sus hojas tanta humedad como absorbe por las raíces.



El consumo humano de agua
Aparte de las necesidades internas del cuerpo, el agua es esencial para el hombre de muchas otras formas. Se usa para limpieza y baño, para cocinar y beber, en los sistemas de calefacción central y, por último, para eliminar nuestros desechos. Un edificio moderno tiene sistemas separados para las diferentes funciones. En la ilustración, el agua corriente caliente y fría aparece en rojo y azul respectivamente, la del sistema de calefacción central en naranja y el sistema de desagüe en verde.
El consumo humano de agua ha aumentado enormemente en los cien últimos años. Las Naciones Unidas recomiendan 75 litros cada 24 horas por persona como límite mínimo para un nivel de agua aceptable, aunque los países industriales emplean 300-500 litros per cápita. La mayor parte no es consumo doméstico, sino industrial.

El ciclo del agua



De acuerdo con nuestros conocimientos actuales, la Tierra es el único lugar del sistema solar en el que hay agua en sus tres formas: gaseosa (vapor de agua), líquida y sólida (hielo). En puntos más próximos o más alejados del Sol las temperaturas son o muy calurosas o demasiado frías para que exista agua en forma líquida. Ahora se cree que las aguas de la Tierra no formaban parte de la atmósfera primigenia, sino que fueron expulsadas del interior del planeta cuando la desintegración de los materiales radiactivos calentó los minerales fríos.

El agua es esencial para todas las formas de vida y su ausencia es un factor limitador para muchos tipos de vegetación. En el curso de un día de verano, un abedul consume 200-300 litros de agua, y muchos árboles tropicales necesitan aún más. La humedad regresa a la atmósfera por la transpiración de las superficies de las hojas. Al mismo tiempo, la vegetación desempeña también un papel importante en el ciclo hidrológico, disminuyendo la evaporación del suelo y protegiéndolo de la erosión. Las raíces superficiales y la densa vegetación del suelo forman innumerables barreras que frenan el agua corriente. La vegetación muerta absorbe humedad como si fuera papel secante. Una cubierta continua de vida vegetal, sobre todo bosque, equilibra el flujo de las aguas superficiales y con ello la cantidad de agua de ríos y lagos, contribuyendo también a aumentar la infiltración de agua al subsuelo.

La mayor parte del agua de la Tierra es salada. Se cree que la sal procede de la meteorización de las rocas continentales. El

Agua, aire y suelo
En el ciclo hidrológico, el agua del mar se evapora y las masas de aire la llevan sobre los continentes. Posteriormente, cae como lluvia o nieve y regresa al mar como aguas superficiales o subterráneas.

Cuando el aire húmedo se enfría, se condensa el contenido de agua y cae como lluvia, nieve o granizo.

Glaciar

El paisaje se divide en numerosas cuencas hidrográficas, cada una con su red de ríos y arroyos.

La evaporación procedente del suelo húmedo y de la vegetación (evapotranspiración) aumenta la humedad del aire.

Lago

Embalse hidroeléctrico

Lago

La fase subterránea

Infiltración de aguas superficiales

Estrato impermeable

Pozos artesianos

El agua subterránea
(flechas) satura el suelo hasta el nivel freático. Las rocas impermeables situadas sobre los estratos portadores de agua crean presión cuando la superficie del terreno está debajo del nivel freático natural (línea de puntos). Si se abre un agujero a través de los estratos impermeables, el agua sale a presión formando pozos artesianos.

La circulación general del agua

El ciclo del agua une la atmósfera, la hidrosfera y la corteza de la Tierra. En la atmósfera, el agua se encuentra principalmente en forma de vapor de agua. En tierra hay dos grandes circuitos: el de los cursos de aguas superficiales —arroyos, ríos y lagos— y el lento movimiento de las aguas subterráneas por los acuíferos, los estratos portadores de agua. Ambos circuitos suelen desembocar en el mar.

agua dulce puede ser igualmente inservible para plantas y animales por un contenido excesivo de lodo y otras impurezas. Consecuentemente, el agua pura puede ser una materia prima muy valiosa. Durante la mayor parte del año no llega ni una sola gota del río Colorado al Océano Pacífico. Se aprovecha toda para regadíos y usos industriales, siendo distribuida mediante un sistema de derechos de agua que da trabajo permanente a los abogados.

Los depósitos de aluvión de los ríos crearon fértiles llanuras en las que surgieron las primeras civilizaciones: en Mesopotamia y Egipto, a lo largo del Indo y en China. El Amarillo, que en su cuenca alta atraviesa terreno de loess, mueve un 10 por 100 de todo el limo de aluvión del mundo y su corriente parece más lodo líquido que agua. En la cuenca baja, este limo se deposita en el lecho del río, elevándolo. Esto ha hecho que se desbordara el Amarillo en varias ocasiones, produciendo inundaciones devastadoras. El limo que no se deposita y llega a la costa ha dado el nombre al Mar Amarillo.

Casi toda el agua dulce es agua subterránea y la mayor parte del movimiento total de agua dulce desde los puntos de captura de lluvia al mar se da probablemente bajo tierra. El ciclo normal del agua subterránea puede calcularse en años o como mucho en unos pocos siglos. Sin embargo, debajo del Sahara hay una capa de agua «fósil», que se encuentra allí desde las lluvias de la última glaciación y que lleva decenas de miles de años dirigiéndose hacia el mar. El hombre ha descubierto la presencia de esta enorme reserva de agua y ha empezado a aprovecharla muy recientemente.



El agua de la Tierra

Al menos el 94 por 100 del agua de la Tierra es agua salada marina. La mayor parte del agua dulce es subterránea; en la superficie, la mayoría del agua dulce se encuentra en forma de hielo en los casquetes polares y en los glaciares y en menor medida en los lagos. Los ríos apenas contienen más del 0,5 por 100 de las aguas de los lagos o la 1,5 millonésima parte de todo el agua de la Tierra. El volumen de agua de la atmósfera no es muy grande. Las posibilidades de pasar sed en este planeta son grandes.

El viento arrastra las nubes y las masas de aire húmedo sobre los continentes. Los vientos marinos suelen traer precipitaciones.

Las zonas pantanosas y los bosques extensos disminuyen el ritmo de drenaje del agua y aumentan la duración del ciclo hidrológico, reduciendo el riesgo de inundaciones.

Los ríos que fluyen por una llanura tienden a adoptar un curso serpenteante de meandros; las pronunciadas curvas pueden estrangularse y formar lagunas muertas (ox-bow).

Laguna muerta

Cuando se enfría el aire ascendente, la humedad forma una niebla de diminutas gotas de agua. Si esta niebla no llega al suelo la llamamos nube.

Cuando un río portador de lodo o arena desemboca en el mar o en un lago, se forma un delta. En costas con mareas excepcionales se forma un estuario con forma de embudo.

La evaporación
del mar en especial proporciona a la atmósfera la mayor parte de su humedad. Esta evaporación es especialmente profusa sobre las cálidas aguas tropicales, aunque los mares templados y árticos también proporcionaron grandes cantidades de humedad en el verano y el otoño. La evaporación y la circulación del aire se activan mediante la radiación del calor del Sol.

Océano

Superficie piezométrica

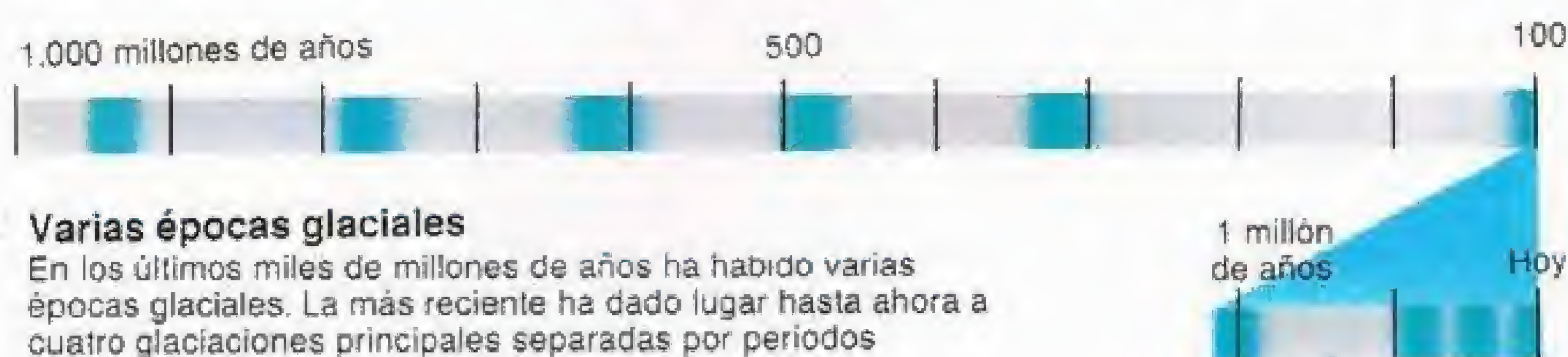
Las aguas subterráneas fluyen por los acuíferos

Acuíferos
La mayor parte del agua dulce de nuestro planeta se encuentra en los estratos subterráneos saturados por el agua que fluye lentamente por ellos. Arenas, gravas y areniscas porosas y limos pueden contener grandes cantidades de agua.

Estratos impermeables
Ciertas arcillas pueden impedir que el agua subterránea llegue a niveles inferiores o a la superficie si las capas de arcilla se encuentran sobre el nivel freático.

El ciclo se cierra
Tanto las aguas superficiales como las aguas subterráneas suelen regresar al mar tras periodos que van de unos días para las aguas de superficie a siglos para las subterráneas. Sin embargo, existen cuencas que no tienen salida al mar. Aquí las aguas de superficie se evaporan en los lagos salados o de sodio que se forman en los niveles inferiores de estas cuencas.

El reino de los hielos



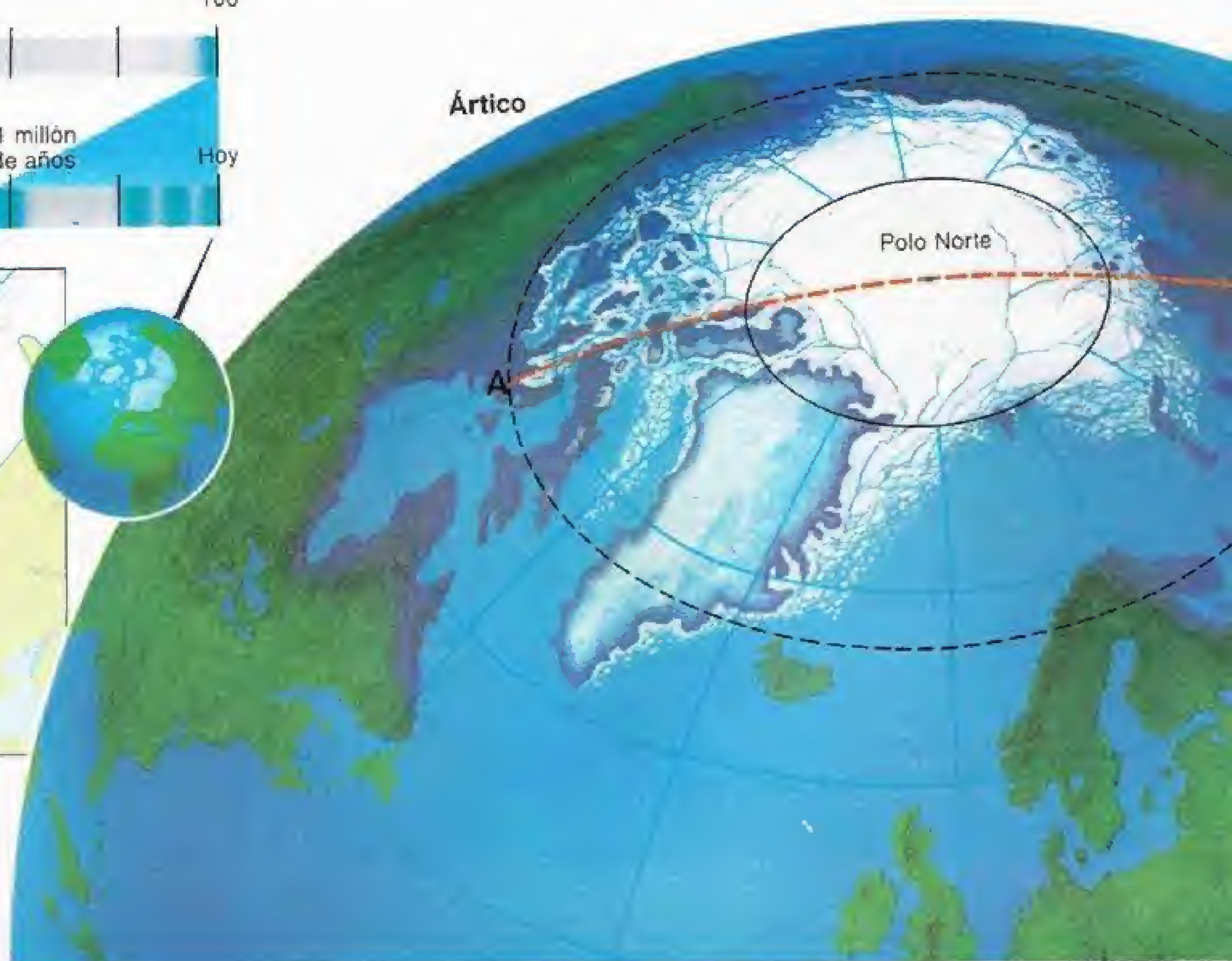
Varias épocas glaciales
En los últimos miles de millones de años ha habido varias épocas glaciales. La más reciente ha dado lugar hasta ahora a cuatro glaciaciones principales separadas por periodos interglaciales más suaves.

Durante la última glaciación, la mayor parte del norte de Europa estaba cubierta de hielo, al igual que los países alpinos. América del Norte estaba también cubierta parcialmente.



Un mar helado
El mar en torno al Polo Norte está casi siempre cubierto de hielo, hasta en verano.



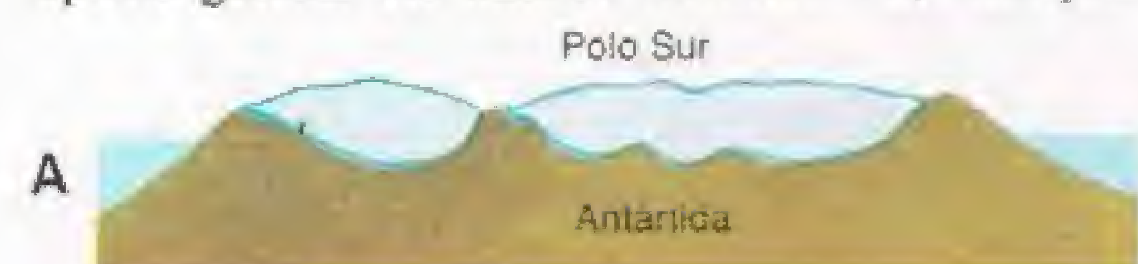


La Tierra tiene dos extensas regiones cubiertas de hielo: la región ártica en torno al Polo Norte y la región antártica en torno al Polo Sur. En estas latitudes extremas el sol apenas se eleva por encima del horizonte y da poco calor. Las regiones heladas también tienen sus avanzadillas hacia el Ecuador; se pueden formar glaciares en lugares con suficientes precipitaciones y con suficiente altura sobre el nivel del mar para mantener la temperatura bajo el punto de congelación.

La Tierra no ha tenido siempre estos dos casquetes de hielo. Cuando cae la nieve sobre el mar abierto los copos se deshacen instantáneamente. En un planeta en el que más del 70 por 100 de la superficie está cubierta de agua, los Polos han estado siempre cerca de zonas marinas, por lo que no se podía formar hielo. Los hielos polares sólo pueden formarse si se dan dos condiciones: o bien el Polo está sobre un continente o bien en una cuenca marina cerrada que contrarresta el intercambio de agua con los mares cálidos y permite la formación de masas de hielo. Nuestra actual época geológica es anómala por darse ambas condiciones, en el Polo Sur y en el Polo Norte respectivamente. El resultado es una época glacial en ambos hemisferios, aunque tenemos la buena fortuna de hallarnos en uno de sus períodos interglaciales más suaves. Al parecer, la mayor parte de las anteriores épocas glaciales de la Tierra afectaron sólo a un hemisferio. La actual era glacial durará hasta que la deriva continental abra el océano Ártico a las corrientes cálidas del sur y aleje al continente antártico del Polo Sur.

Entre los Polos, los cálidos trópicos y las frías regiones polares crean un gigantesco motor térmico en el que los cinturones ecuatoriales son las calderas y las regiones polares hacen de sistema de refrigeración. Este motor impulsa la circulación general del aire que transporta enormes cantidades de aire alrededor del mundo. Es decir, el clima y el tiempo lo determinan en gran medida las regiones polares. Las corrientes oceánicas también transportan hielo de las regiones polares, influyendo en los climas locales.

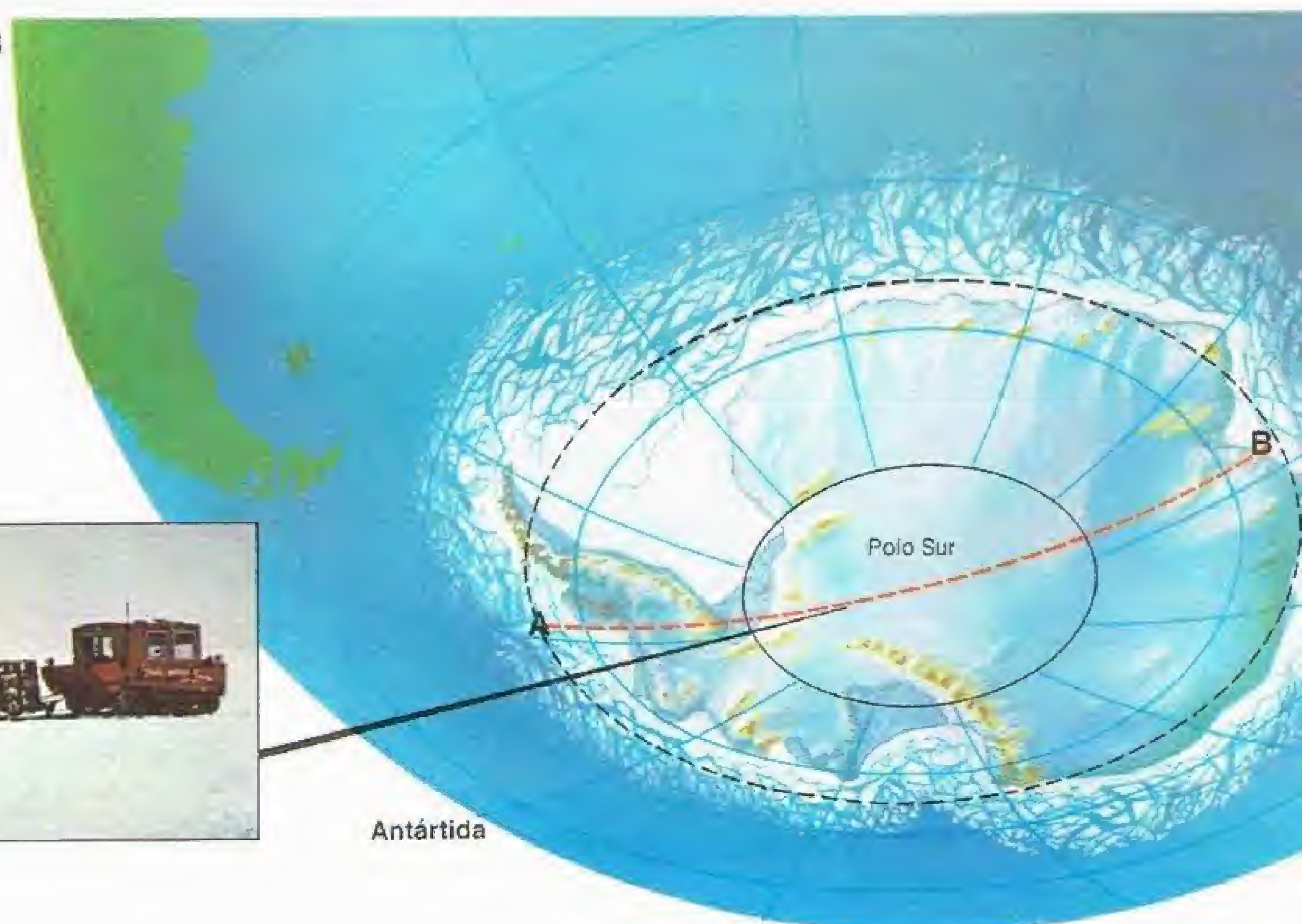
El hombre llegó al Artico al final de la última era glacial, aunque no ha logrado penetrar en la Antártida hasta este siglo. En ambos lugares, la búsqueda de recursos naturales en nuestra época se ha convertido en una grave amenaza al delicado equilibrio de los medios polares.



Un continente helado
El continente del Polo Sur es una extensa masa de tierra debajo de un casquete glacial de un espesor de hasta 4 km y rodeado de bancos de hielo y de una plataforma de hielo continuo.

El intenso frío, los fuertes vientos, la noche polar invernal y las peligrosas fisuras convierten los desplazamientos en esta zona en físicamente agotadores y peligrosos.
No obstante, resultan ahora algo más fáciles gracias a los modernos vehículos orugas y al abastecimiento aéreo.







Glaciares y casquetes glaciares



El glaciar, un río de hielo

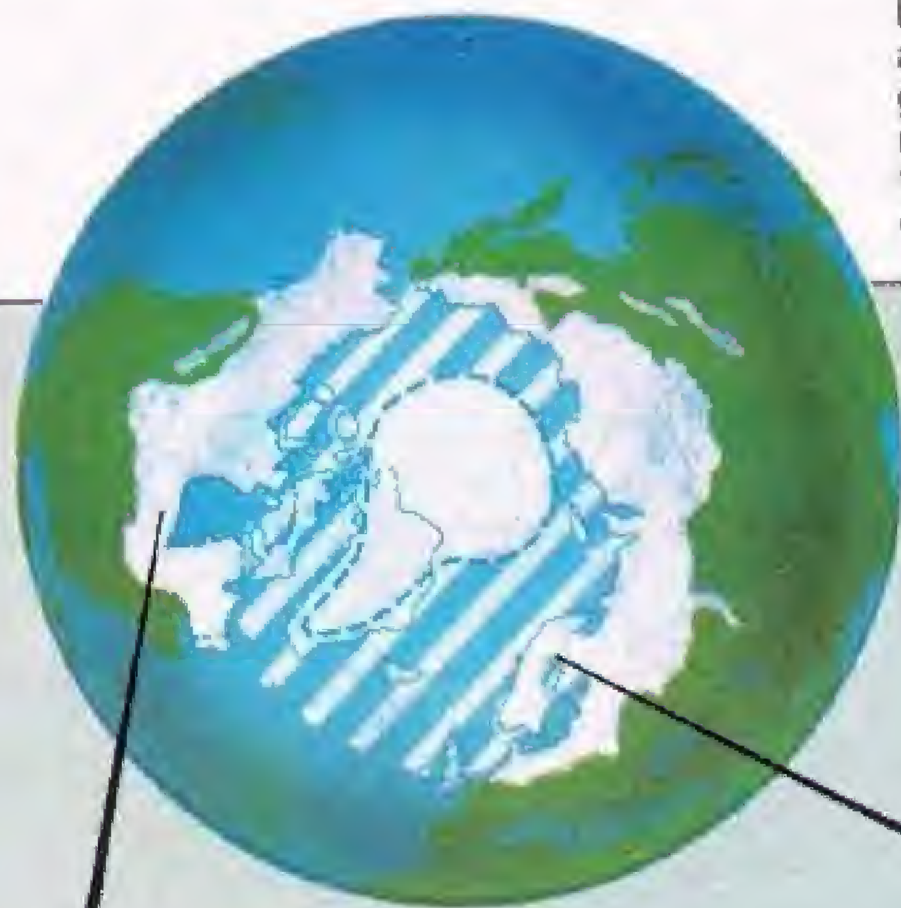
La masa de hielo del glaciar aumenta en el extremo superior (la zona de acumulación), donde la nieve del invierno se convierte en hielo por compactación. Esta masa se desplaza hacia abajo como una masa plástica. Entre tanto, en el extremo inferior (la zona de ablación) el hielo disminuye por la fusión y la evaporación.



El paisaje glaciar

La erosión glaciar excava nichos (circos) en las laderas de las montañas y produce los típicos valles en U. Frecuentemente, al pie de los glaciares se encuentran las morrenas terminales. Durante las glaciaciones y al fundirse el hielo terrestre, se formaron paisajes glaciares similares aunque mayores.

El casquete glacial de la Antártida contiene enormes cantidades de agua: si se fundiera, el nivel del mar se elevaría varias decenas de metros en todo el mundo.



Ciclos anuales de frío

La capa de hielo (banquisa) de la región polar septentrional aumenta todos los inviernos. En el verano, el hielo obstaculiza la navegación marítima en las costas de Siberia y hay que utilizar rompehielos. En invierno llega más al sur, hasta el Mar Báltico. Los frentes fríos y las ventiscas provocan el caos casi todos los inviernos en Europa y Estados Unidos, dejando a los conductores atascados entre la nieve.





Las aguas de la Antárdida a partir de los 40° S («los rugientes cuarenta») hacia el sur son de las más agitadas del mundo. Las olas se agitan libres por todo el continente.

Los océanos

Vista desde el espacio, la Tierra es un planeta oceánico al que se le podría haber dado con más propiedad el nombre de agua, ya que el 71 por 100 de su área está cubierta de mares. Los mares profundos constituyen el 55 por 100 de la superficie de la Tierra.

Los lechos de los mares profundos y su geología específica han estado fuera de nuestro alcance hasta bien entrado el siglo actual. Tras la Segunda Guerra Mundial, cuando se iniciaron los estudios, los descubrimientos provocaron una revolución científica. La corteza oceánica no es, como se creía anteriormente, una de las formaciones geológicas más antiguas de la Tierra; por el contrario, es de las más recientes. En ningún punto tiene más de 200 millones de años de antigüedad, mientras que las rocas continentales más antiguas que se conocen tienen casi 4.000 millones de años de antigüedad. La corteza oceánica no es especialmente antigua por estar continuamente deshaciéndose y renovándose.

Al estudio científico de los océanos de la Tierra se le denomina oceanografía. En el siglo XVII, marinos y geógrafos intentaron realizar mapas de las corrientes oceánicas, tarea dificultada por su carencia de instrumentos para una exacta navegación. Las investigaciones oceánicas en el moderno sentido del término no comenzaron hasta el siglo XIX. Al no poderse llegar al fondo marino, las investigaciones se dirigían principalmente a la biología marina, aunque también se realizaron importantes descubrimientos geofísicos y geológicos. Uno de los primeros fue la teoría de Darwin sobre el origen de los atolones: las islas se hunden en el mar, pero los pólipos de coral, que sólo pueden vivir cerca de la superficie, tienden a estar continuamente levantando sus arrecifes hacia la superficie. Las observaciones de Darwin sobre los orígenes de las nuevas especies en islas oceánicas aisladas le proporcionaron el material para su teoría de la evolución mediante selección natural. Así, el estudio de los océanos ha producido no una sino dos revoluciones científicas, una en biología y otra en geofísica.

Ahora conocemos bien los rasgos básicos de la topografía del fondo oceánico y estamos averiguando más sobre la sedimentación y los tipos de roca. La investigación oceánica no es aún una ciencia completa ni mucho menos. Las nuevas tecnologías, especialmente las espaciales, están constantemente aportándonos nuevos conocimientos. Desde los satélites podemos ahora no sólo registrar los fondos marinos mediante la gravimetría (la medición de las fuerzas de gravedad que ejercen las rocas y los sedimentos del fondo del océano), sino que también podemos medir el contenido de fitoplancton del agua. No hay duda de que en las profundidades de los océanos nos aguardan muchas sorpresas.

El relieve oceánico



El relieve oceánico
Los mares periféricos situados sobre las plataformas continentales no suelen tener más de 200 m de profundidad. Estas aguas suelen contener abundante pesca, y en ellas se extrae petróleo y gas.

Los taludes continentales
son los verdaderos límites de los continentes. Generalmente, por encima y por debajo de estos taludes se encuentran extensos lechos de sedimentación.

Un guyot
es un atolón sumergido: una montaña submarina con cima plana.

Las cuencas oceánicas
se hunden con el paso del tiempo y adquieren una capa de sedimentos, a menudo de origen biológico, cada vez más extensa.

Las islas volcánicas
pueden tener mayor altura sobre el fondo marino que el Everest sobre el nivel del mar. En el fondo marino puede haber 20.000 volcanes.

Aguas superficiales y profundas
Esta fotografía espacial tomada sobre las Bermudas muestra el contraste entre las luminosas aguas superficiales de color turquesa situadas sobre la plataforma y el azul oscuro del mar profundo. El abrupto cambio que se produce a lo largo del talud continental sólo puede apreciarse en este tipo de aguas claras tropicales.

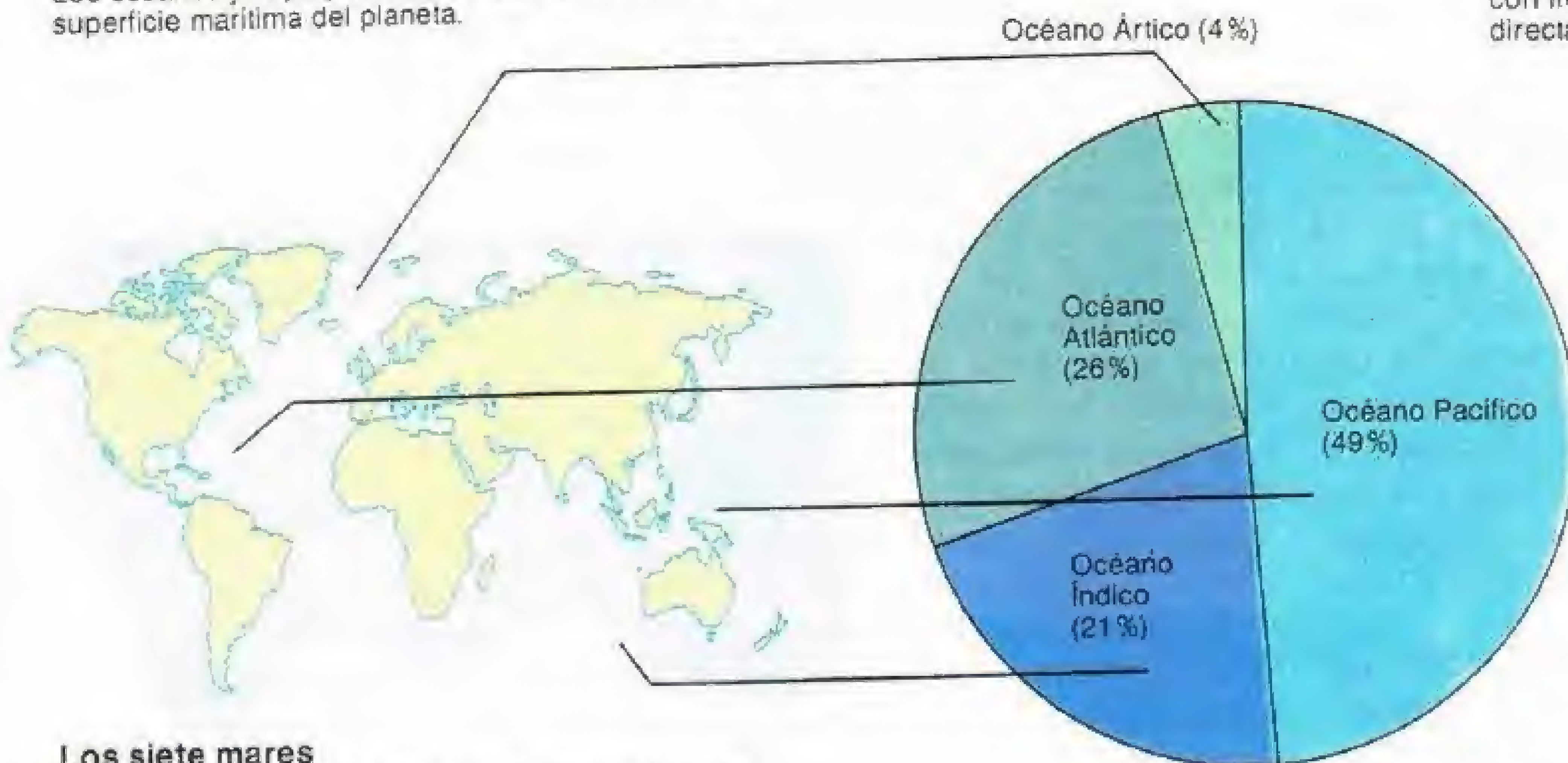




Alturas y profundidades
Varias fosas oceánicas sobrepasan los 10.000 m de profundidad. Los reactores de pasajeros suelen volar a una altura de 10.000 m y la cumbre del Everest está sólo a 8.848 m. Los océanos tienen, pues, el «récord de relieve» de nuestro planeta, algo quizá lógico si se tiene en cuenta que ocupan la mayor parte del mismo.

Los cuatro océanos

Los océanos y la proporción que cada uno ocupa de la superficie marítima del planeta.



Los siete mares
son en realidad cuatro: el Océano Pacífico, el Índico, el Atlántico y el Ártico. El resto son mares periféricos, mares interiores o brazos del océano que se incluyen en los cuatro océanos principales.

El agua como mineral
El agua de mar contiene, entre otras cosas, sales de magnesio, por lo que con frecuencia se extrae el magnesio directamente del agua.



Un litro de agua de mar contiene un promedio de 35 g de sal. La salinidad es del 35 por 100.

¿Por qué es salada la mar?
Prácticamente toda el agua de la Tierra es salada. Gran parte de la sal de los océanos procede de los continentes, tras miles de millones de años de lixiviación, aunque en los últimos millones de años ha variado la salinidad.

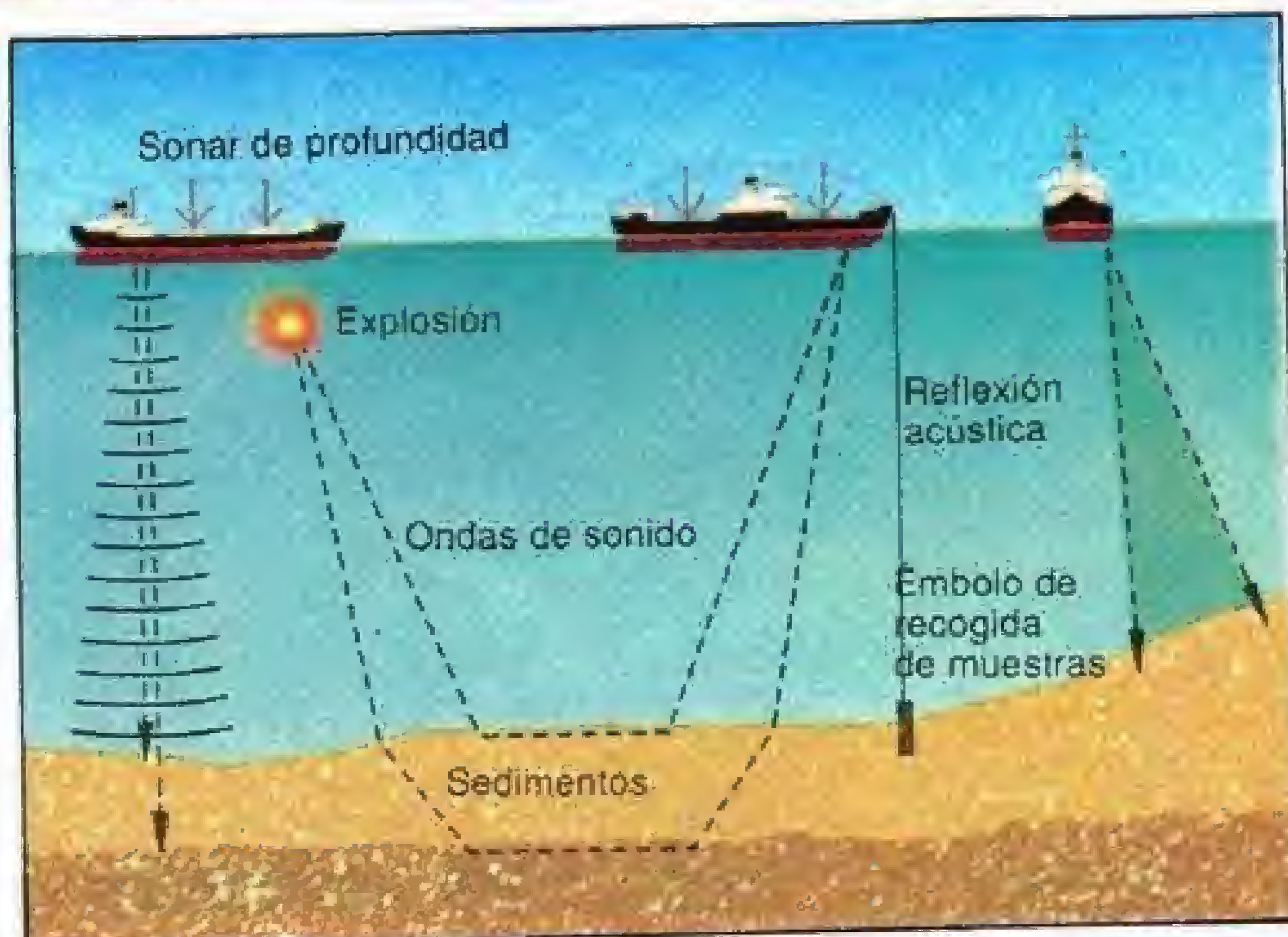
En las profundidades
La fosa de las Marianas en el Pacífico tiene más de 11.000 m de profundidad.
La profundidad media del océano es de aproximamente 3.800 m.

Los atolones
están en constante creación; los levantan los pólipos de coral, que suelen vivir principalmente en el lado del mar abierto.

Las dorsales centro-oceánicas
tienen diversas alturas. Son las líneas en las que se forma la nueva corteza oceánica, y en ellas hay una frecuente actividad volcánica y sísmica; el fondo marino joven, aún no recubierto de sedimentos, suele estar formado por «lava almohadillada». Las zonas transversales de fisura se extienden hacia el exterior de las dorsales.

Las fosas oceánicas
son los puntos donde se rompe la corteza oceánica, deslizándose bajo la placa adyacente y fundiéndose a grandes profundidades con el manto de la tierra.

Estudio de las profundidades
El sonar de profundidad refleja las ondas de sonido en el fondo marino y en los estratos sedimentarios. Los estudios sísmicos con la ayuda de explosivos penetran aun más en estos estratos, mientras que el émbolo de recogida extrae muestras de los sedimentos. Las ecosondas se emplean para levantar mapas del relieve del fondo marino, aunque un estudio detallado suele requerir el empleo de buzos o minisubmarinos.



El poder del mar

Si presenciamos una tempestad desde una costa rocosa, podemos apreciar la enorme energía contenida en el mar. Sus movimientos, las olas y las corrientes, representan la energía solar transformada principalmente por los vientos de la atmósfera.

La atmósfera y el mar

La interacción entre aire y agua es compleja. Un ejemplo son las corrientes oceánicas aparentemente simples, impulsadas por el viento. Sobre la superficie se produce una corriente de agua en el sentido del viento, como parecería lógico. Sin embargo, según aumenta la profundidad, la rotación de la Tierra desvía la corriente de tal manera que, a una profundidad de 100 m, se mueve en sentido contrario al viento. La corriente neta o media se mueve en ángulo recto con relación al sentido del viento, a la derecha en el hemisferio norte y a la izquierda en el sur. Las corrientes normales de superficie se mueven a una media de unos pocos kilómetros cada 24 horas.

Entre la atmósfera y el mar se da también un intercambio químico, principalmente de dióxido de carbono y oxígeno, estabilizando el contenido de estos gases en el aire y en el mar. Este intercambio de gases se produce principalmente mediante la difusión, el intercambio directo de átomos. El viento aviva también los aerosoles formados por diminutas gotas de agua casi invisibles con sales en disolución. Cuando el agua se evapora, el viento arrastra los cristales de sal que sirven como núcleos de condensación en torno a los cuales se forman gotas mayores que dan lugar a nieblas, nubes y lluvia.

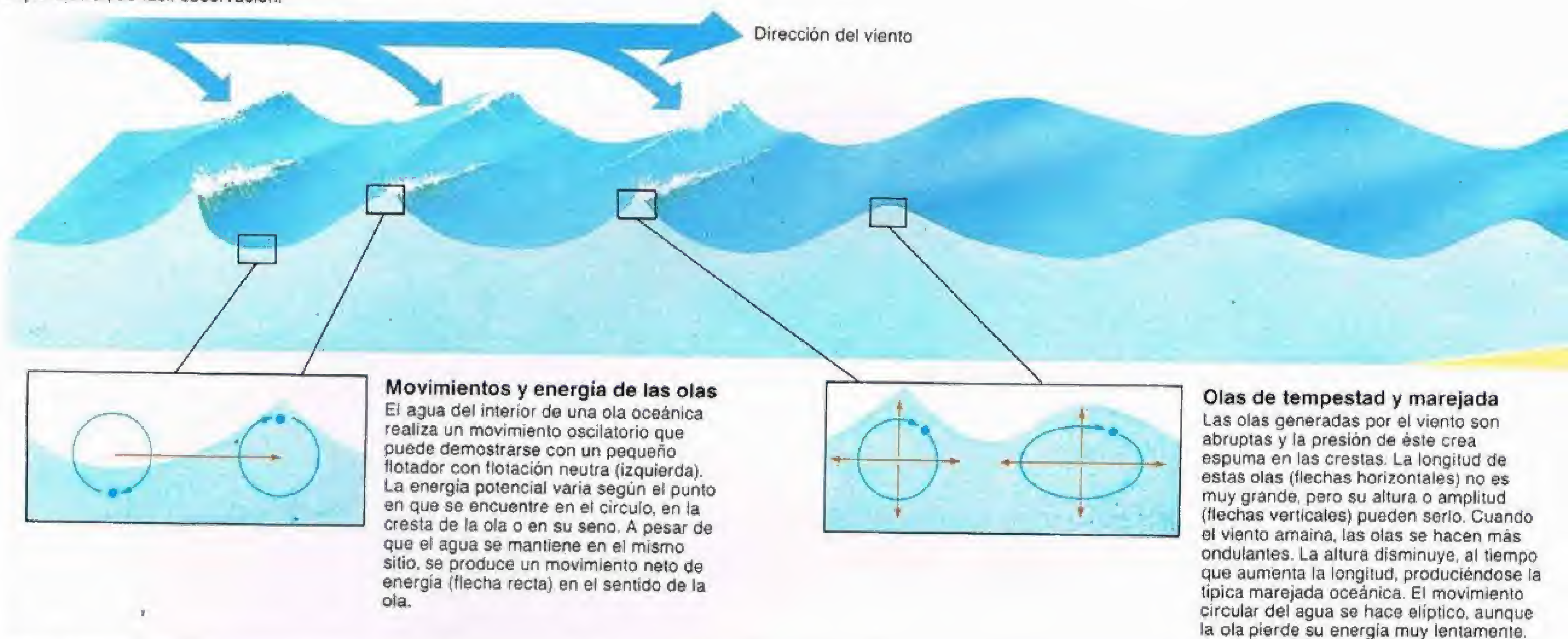
El viento crea pequeñas ondulaciones en la superficie del agua, que se convierten rápidamente en olas. Las olas captan los vientos, absorbiendo aun más energía. Esta energía no penetra mucho, de suerte que es tan sólo de un 4-5 por 100 a una profundidad equivalente a la tercera parte de la distancia entre las crestas. Cuando la ola se desplaza hacia adelante, se pierde una pequeña parte de esta energía por la fricción, aunque el oleaje del océano puede transportar la energía a grandes distancias. Finalmente, la energía se pierde totalmente en la costa al romperse las olas, que erosionan y transforman el litoral.

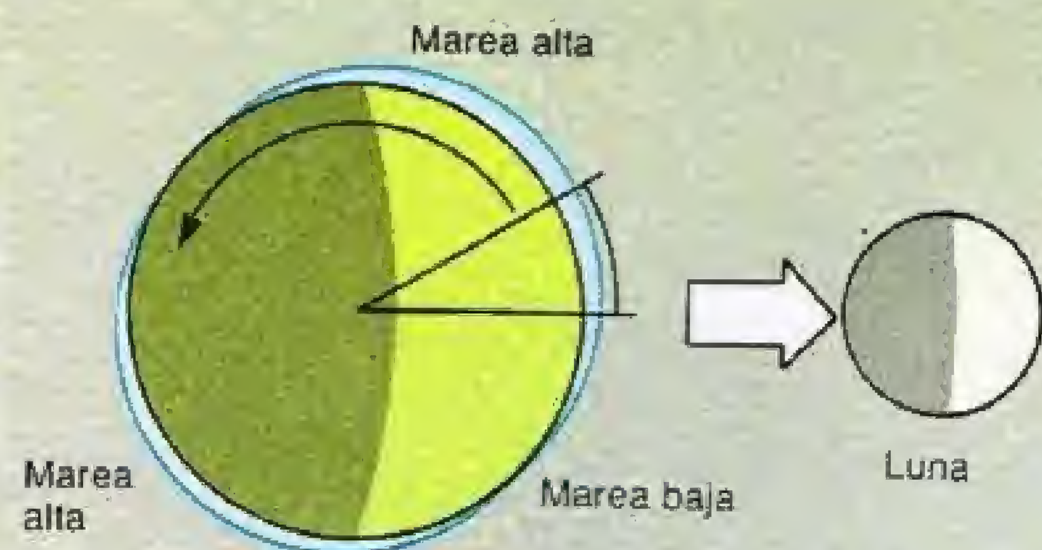
Corrientes oceánicas

Las corrientes pueden activarse por diferencias de densidad y temperatura entre masas de agua, si bien los grandes sistemas de corrientes de superficie de los océanos se deben a la acción de los vientos. Los alisios determinan corrientes y contracorrientes ecuatoriales. La Corriente del Golfo la produce el agua que la Co-

Vientos y olas

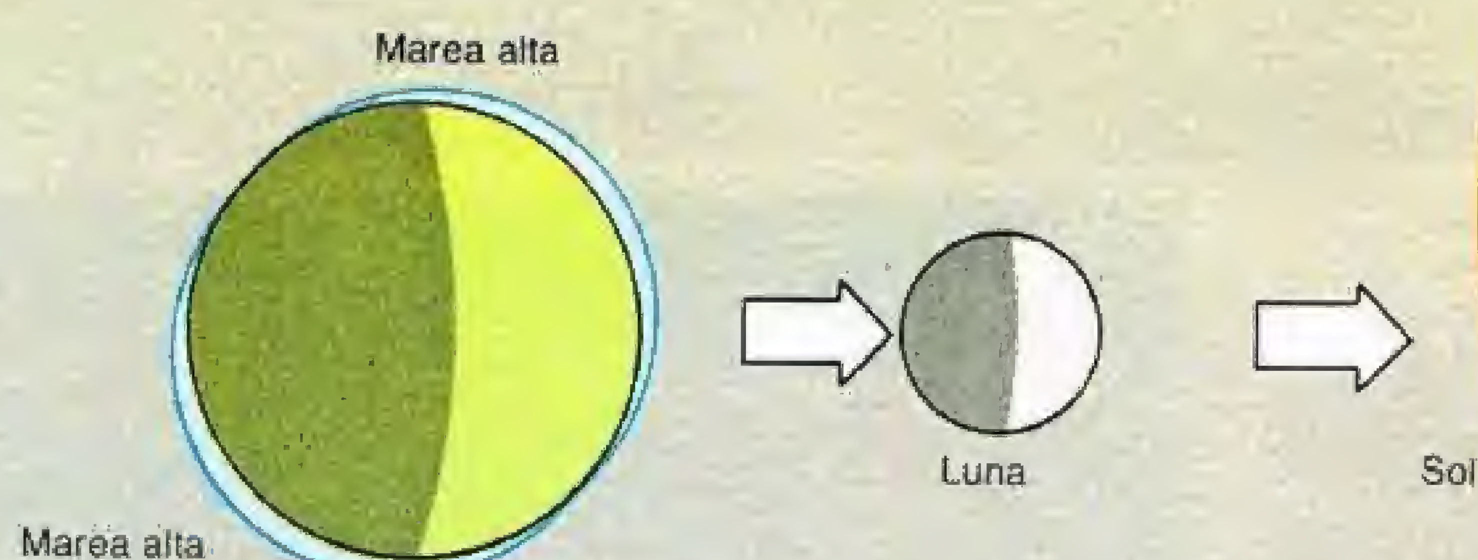
El 71 por 100 de la superficie de nuestro planeta está cubierta de agua y en ella se da una compleja interacción física entre la atmósfera y la hidrosfera. Las olas constituyen un ejemplo espectacular, de fácil observación.





Movimientos y energía de las olas

El agua del interior de una ola oceánica realiza un movimiento oscilatorio que puede demostrarse con un pequeño flotador con flotación neutra (izquierda). La energía potencial varía según el punto en que se encuentre en el círculo, en la cresta de la ola o en su seno. A pesar de que el agua se mantiene en el mismo sitio, se produce un movimiento neto de energía (flecha recta) en el sentido de la ola.



Olas de tempestad y marejada

Las olas generadas por el viento son abruptas y la presión de éste crea espuma en las crestas. La longitud de estas olas (flechas horizontales) no es muy grande, pero su altura o amplitud (flechas verticales) pueden serlo. Cuando el viento amaina, las olas se hacen más ondulantes. La altura disminuye, al tiempo que aumenta la longitud, produciéndose la típica marejada oceánica. El movimiento circular del agua se hace elíptico, aunque la ola pierde su energía muy lentamente.

Mareas

Marea alta

Marea alta

Marea baja

Luna

Marea alta

Marea alta

Luna

Sol

La Luna y el mar

El hombre conoce desde hace tiempo la relación entre Luna y mareas. El empuje gravitacional de la Luna produce dos «protuberancias» en la superficie de los océanos (exageradas a propósito en el diagrama superior). Debido a la rotación de la Tierra, las mareas altas se retrasan y en mar abierto van unos 30° por detrás de la Luna. Así pues, se producen dos horas después de que la Luna haya pasado por el meridiano local, aunque cerca de la costa el retraso puede variar bastante.

Marea viva y marea muerta

Las aguas están especialmente altas (marea viva) cuando la Luna y el Sol están alineados y ejercen una atracción en el mismo sentido o en sentido contrario. Esto sucede uno o dos días tras la luna nueva y la luna llena de cada mes.
La altura mínima del agua (marea muerta) se produce cuando el Sol y la Luna forman un ángulo recto.
La diferencia entre marea alta y baja en los océanos es de unos 80 cm, aunque en la costa puede ser mayor (foto derecha). En torno a las costas británicas, las mareas vivas pueden llegar a los 300-400 cm, mientras que en el Mar Báltico no hay prácticamente mareas.

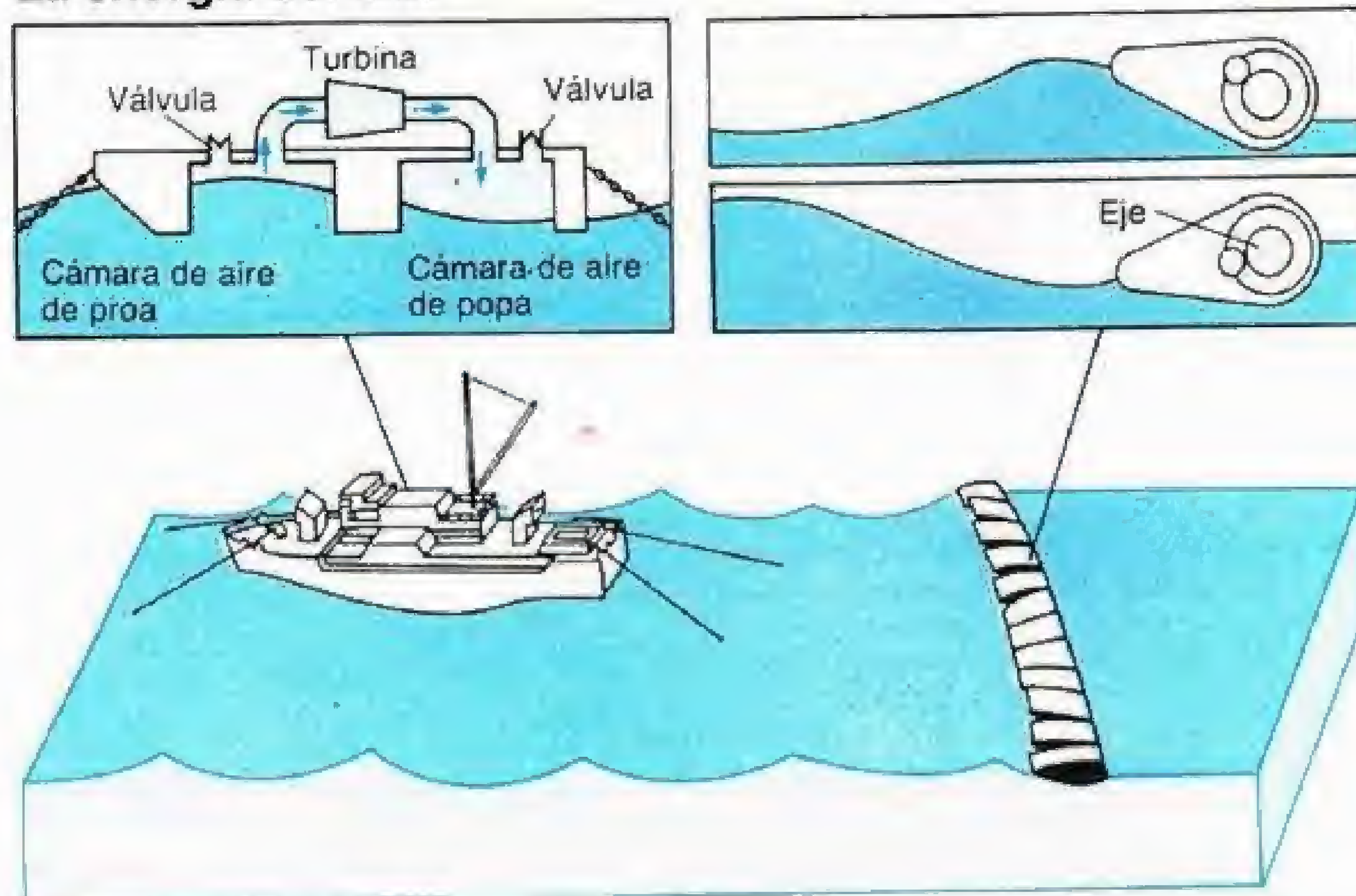
rriente Ecuatorial Septentrional lleva hacia las Antillas, adentrándose en el Caribe, y «desbordándose» posteriormente en dirección noroeste. Alrededor de la Antártida, donde no hay continentes que la obstaculicen, se mueve una corriente del oeste.

Donde los vientos y corrientes alejan al agua de la superficie de la costa, ésta es reemplazada por agua procedente de niveles más profundos, rica en nutrientes y con abundante pesca. Las corrientes nutritivas de los mares polares dan lugar a otros bancos de pesca, como los del este de Japón.

Peligros del mar

La energía del mar puede resultar peligrosa, incluso en tierra. La combinación de mareas vivas y fuertes vientos costeros puede producir inundaciones devastadoras, como sucede en la costa holandesa. Un terremoto en el fondo marino o una explosión volcánica pueden producir las olas denominadas «tsunamis», que pueden moverse a una velocidad de varios cientos de km/h, golpeando el litoral con una fuerza tremenda. La ola que se produjo cuando explotó la isla de Krakatoa, entre Java y Sumatra en 1883, se elevó a una altura de 35 m al chocar contra la costa de Java. Las pequeñas embarcaciones fueron lanzadas hasta bien dentro de tierra y se cree que perecieron 35.000 personas.

La energía del mar



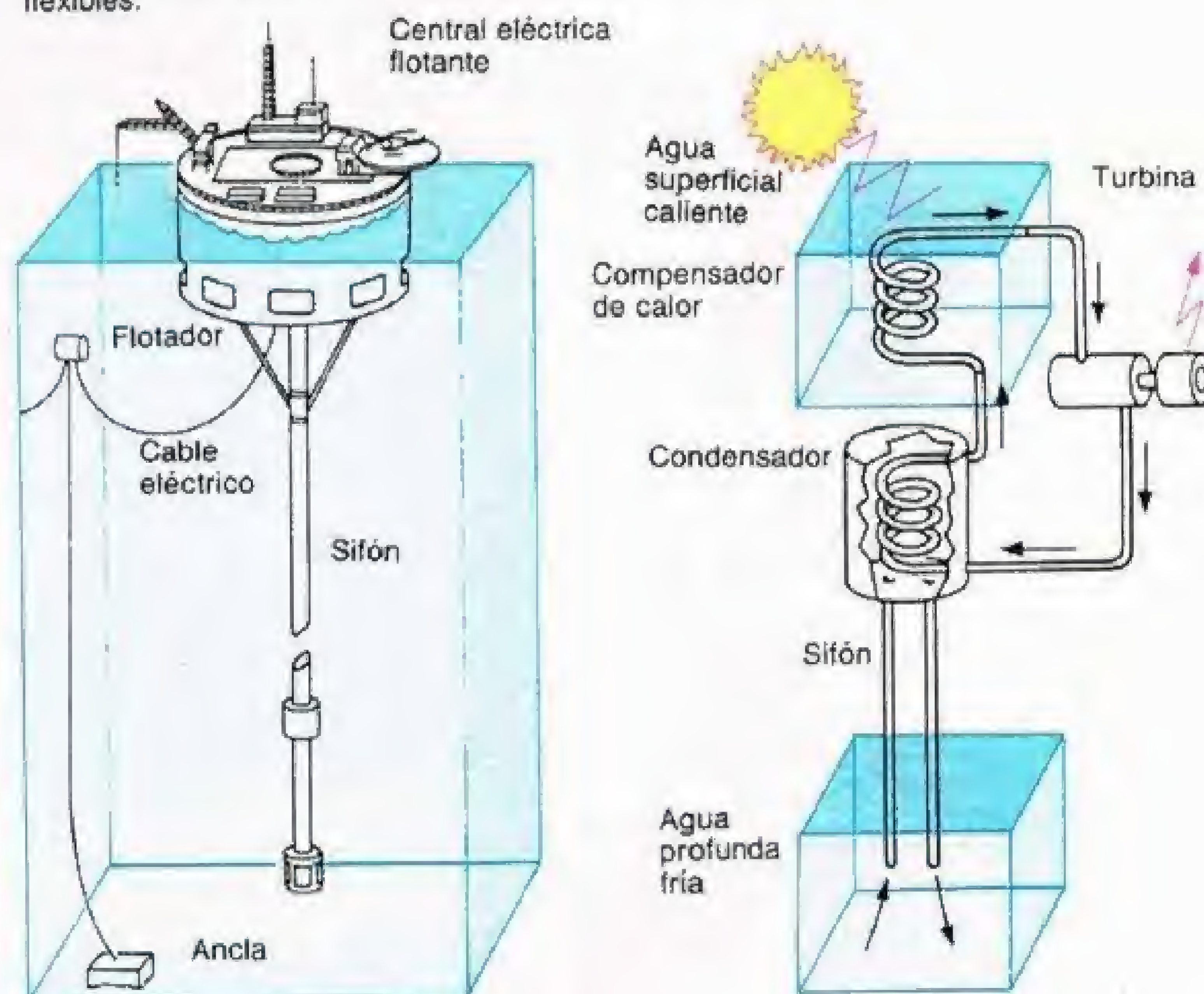
La energía de las olas
Un método para extraer energía de las olas consiste en anclar barcazas en el mar, con dos cámaras de aire separadas por media longitud de onda. Cuando la ola pasa bajo las barcazas, el aire es aspirado por la cámara de proa, y de allí pasa por la turbina a la cámara de popa, de donde vuelve a salir.

En una cala se pueden emplear flotadores en forma de pico de pato, montados sobre ejes flexibles. Los movimientos de los flotadores se transmiten por los engranajes a los ejes, que a su vez mueven unos generadores eléctricos situados en tierra.



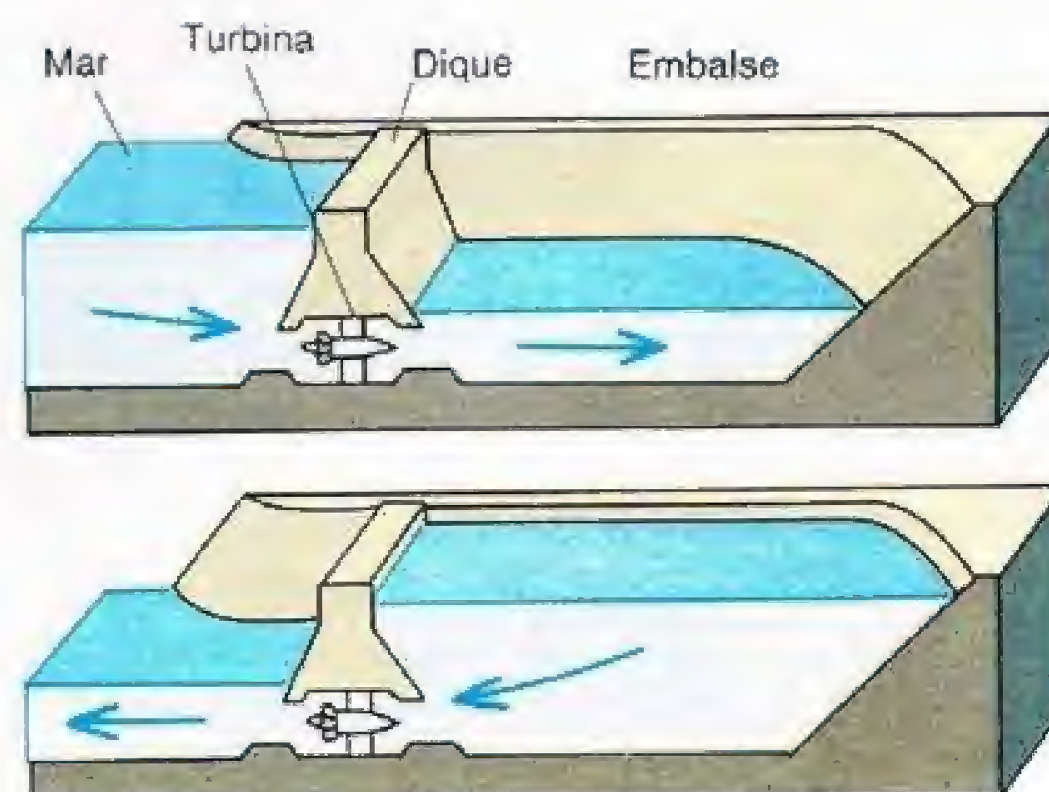
Rompientes
Cuando una ola llega a aguas superficiales, el movimiento de la parte inferior del ciclo se detiene al chocar contra el fondo. El agua que avanza se acumula sobre el agua de debajo, la ola se eleva y se hace abrupta y picada. Finalmente, la fricción es tan intensa en la parte inferior que, en sentido figurativo, la ola tropieza en sus propios pies y se rompe.

Energía solar del mar
La Conversión de Energía Térmica del Océano (OTEC) es una técnica considerada de especial aplicación en aguas tropicales. Aquí se emplea la superficie del agua calentada por el Sol para gasificar un agente apropiado, freón o amoníaco; el gas se emplea, a su vez, para mover una turbina. El agente es posteriormente condensado mediante agua profunda fría, elevada mediante un sistema de sifón. El agente, ahora en forma líquida, vuelve a pasar por el compensador de calor, completando el circuito.
Hay proyectos para la construcción de centrales eléctricas flotantes, llevando la electricidad a tierra mediante cables flexibles.



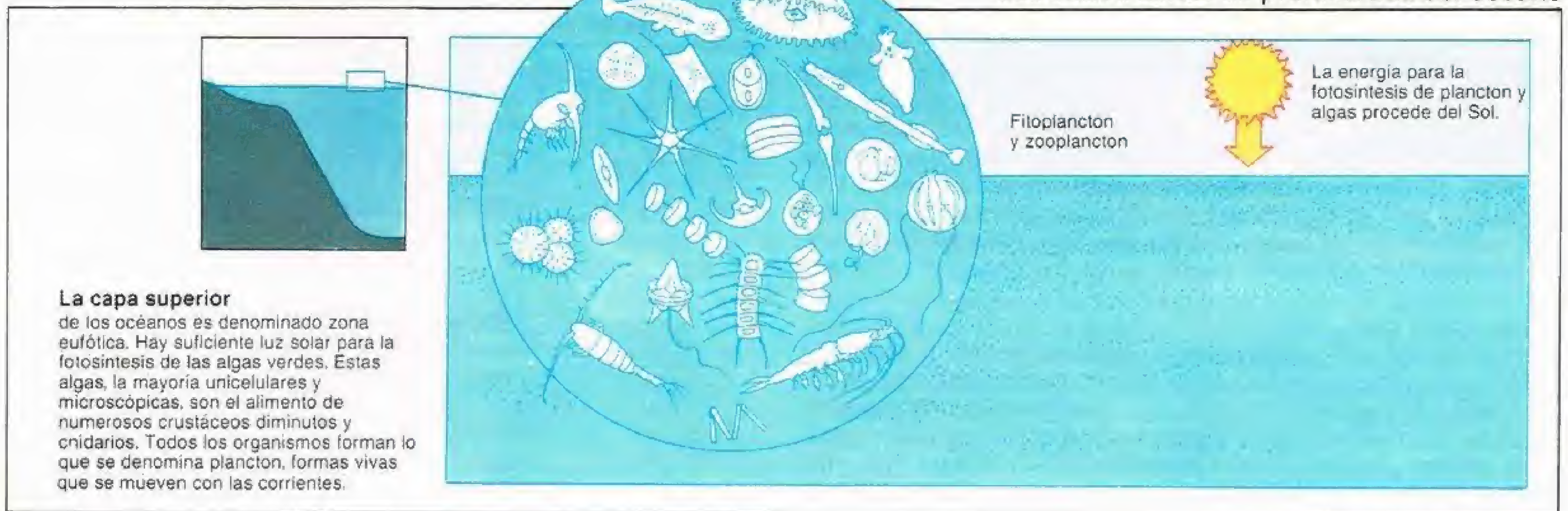


La energía de las mareas
En puntos de marea alta, se puede transformar una bahía estrecha en un embalse de una central eléctrica, levantando un dique a la entrada con objeto de aprovechar el flujo y reflujo del agua para mover turbinas de transmisión reversible. Son escasos los lugares con una bahía estrecha y profunda con el flujo y reflujo necesarios.

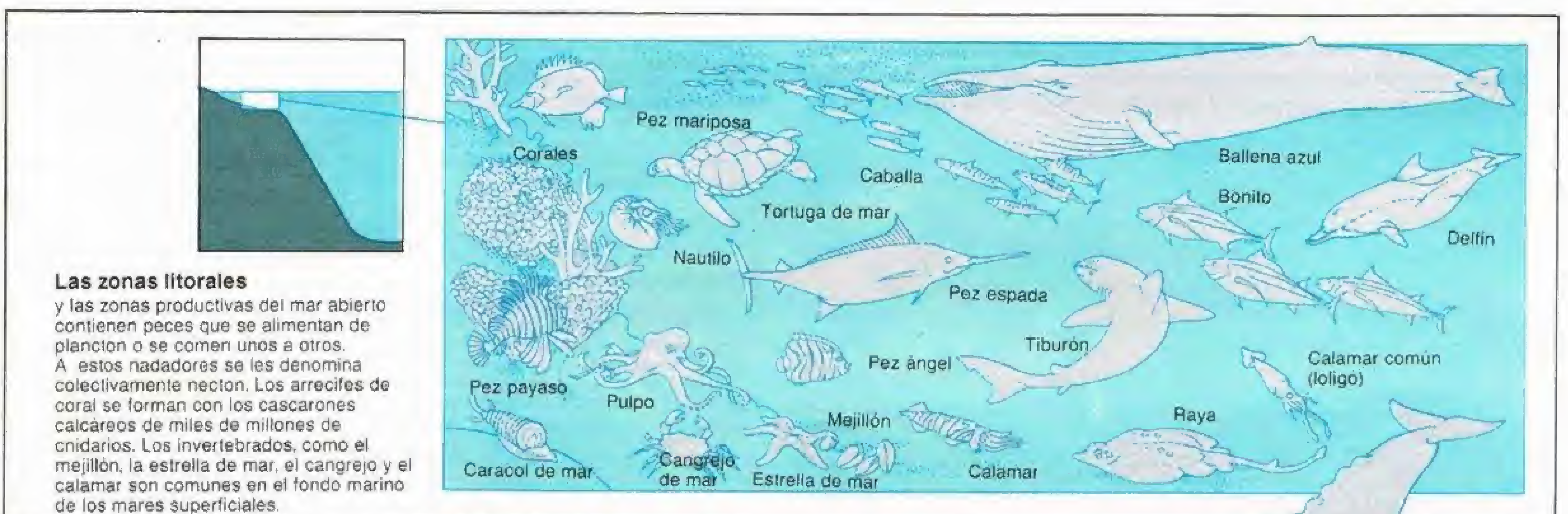


La vida en el agua

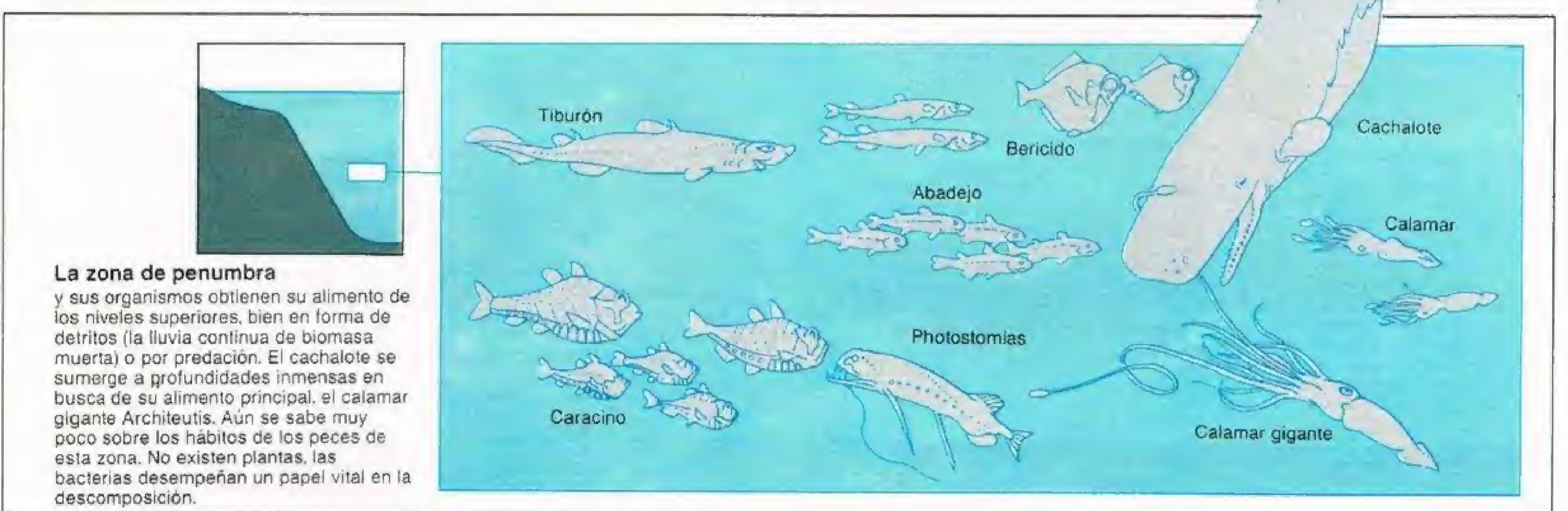
Las cuatro zonas de profundidad del océano



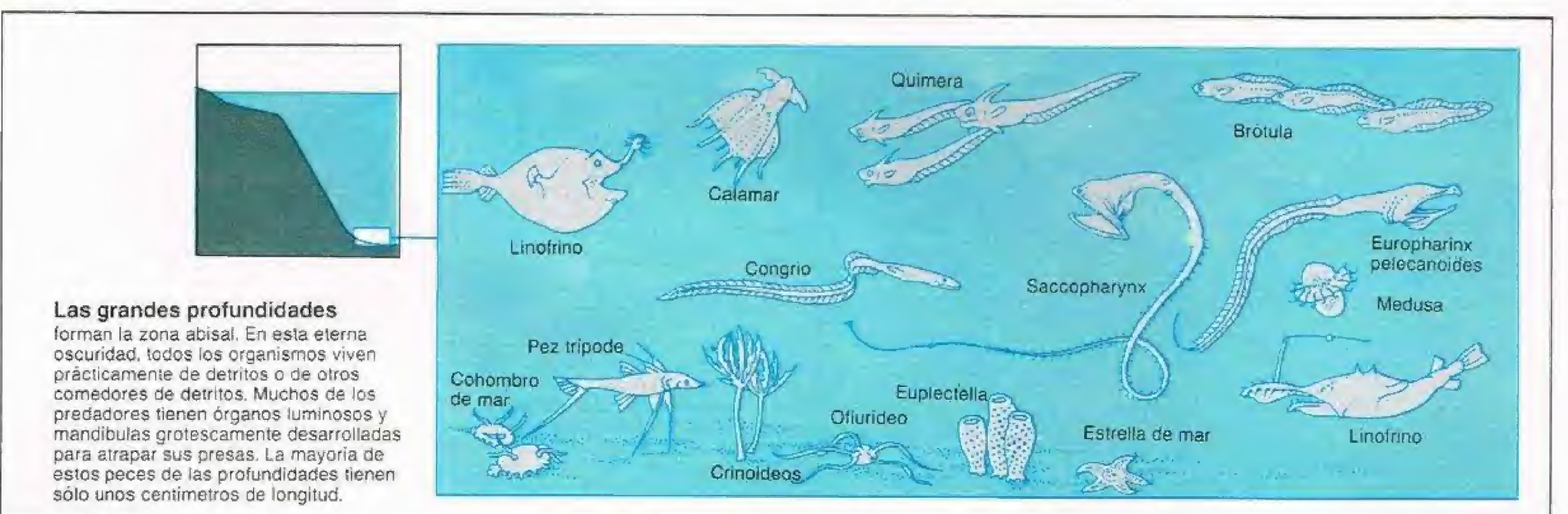
La capa superior de los océanos es denominado zona eufótica. Hay suficiente luz solar para la fotosíntesis de las algas verdes. Estas algas, la mayoría unicelulares y microscópicas, son el alimento de numerosos crustáceos diminutos y cnidarios. Todos los organismos forman lo que se denomina plancton, formas vivas que se mueven con las corrientes.



Las zonas litorales y las zonas productivas del mar abierto contienen peces que se alimentan de plancton o se comen unos a otros. A estos nadadores se les denomina colectivamente necton. Los arrecifes de coral se forman con los cascarones calcáreos de miles de millones de cnidarios. Los invertebrados, como el mejillón, la estrella de mar, el cangrejo y el calamar son comunes en el fondo marino de los mares superficiales.



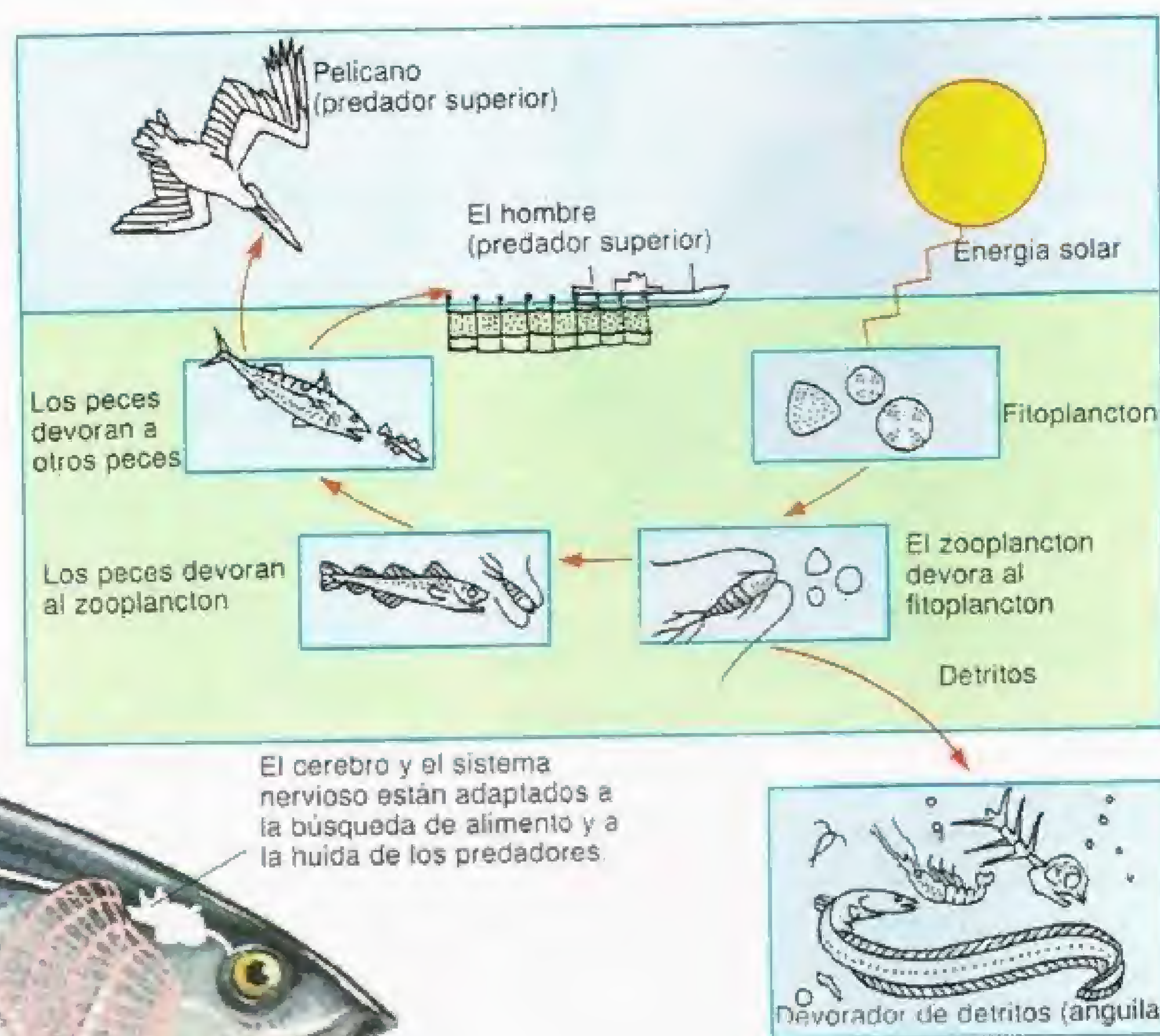
La zona de penumbra y sus organismos obtienen su alimento de los niveles superiores, bien en forma de detritos (la lluvia continua de biomasa muerta) o por predación. El cachalote se sumerge a profundidades inmensas en busca de su alimento principal, el calamar gigante Architeutis. Aún se sabe muy poco sobre los hábitos de los peces de esta zona. No existen plantas, las bacterias desempeñan un papel vital en la descomposición.



Las grandes profundidades forman la zona abisal. En esta eterna oscuridad, todos los organismos viven prácticamente de detritos o de otros comedores de detritos. Muchos de los predadores tienen órganos luminosos y mandíbulas grotescamente desarrolladas para atrapar sus presas. La mayoría de estos peces de las profundidades tienen sólo unos centímetros de longitud.

Cadenas alimentarias de océanos y lagos

Los principales productores de biomasa son los numerosos organismos de plancton que transforman la materia inorgánica en orgánica por medio de la luz solar. Estas plantas o fitoplancton son devoradas por plancton animal o zooplancton, que a su vez se convierte en alimento de peces. Finalmente, los peces planctófagos son devorados por los predadores. Sin embargo, con frecuencia la cadena alimentaria acaba fuera del agua: las aves devoradoras de peces (pelícanos, cormoranes, gaviotas y otros) desempeñan un papel importante en la economía de los océanos. También el hombre extrae alimento del agua.



La línea u órgano lateral registra las vibraciones débiles y los movimientos del agua.

El pez se impulsa con la aleta caudal y potentes músculos.

Las aletas dorsales, reforzadas por espinas, hacen de «timón» y «quilla».

La flotación se regula mediante una vejiga natatoria llena de gas.

El cerebro y el sistema nervioso están adaptados a la búsqueda de alimento y a la huida de los predadores

Los finos vasos capilares de las branquias absorben el oxígeno del agua.

Adaptación a la vida en el agua

El agua es el medio originario de la vida, por lo que la vida en el agua no necesita ninguna adaptación especial. Una existencia activa y móvil requiere aletas, músculos y sentidos bien desarrollados. Los peces óseos (arriba) se adaptaron hace unos 300 millones de años; estas adaptaciones han resultado perfectas.

Regreso al mar

Las ballenas, los delfines (izquierda) y las focas son mamíferos cuyos antecesores vivieron en tierra, pero regresaron hace tiempo al mar. Es decir, son endotermos (de sangre caliente) y respiran por pulmones. La readaptación de las ballenas a la vida en el agua lleva realizándose 40 millones de años y les ha dado una anatomía que, en muchos sentidos, es similar a la de un pez, pero que en otros es totalmente exclusiva.

La aleta caudal horizontal está formada sólo por piel y músculos.

Los orificios nasales se han desplazado sobre el cráneo y se han unido formando un soplador.

El cuerpo es fusiforme y las patas traseras son totalmente rudimentarias.

El peso del esqueleto contrarresta la flotación de los pulmones llenos de aire cuando el animal se sumerge.

Las patas delanteras se han convertido en aletas pectorales.

El elemento líquido es el medio natural de la célula viva. Ingeniosos mecanismos moleculares absorben las sustancias vitales del líquido que le rodea a través de la membrana celular y arrojan los residuos en sentido contrario. Así, los organismos unicelulares no necesitan una especial adaptación a la vida en el agua. Un organismo que se mueve necesita un medio de locomoción, músculos y aletas en el caso de los peces. Los músculos a su vez necesitan grandes cantidades de oxígeno, de ahí la existencia de branquias. Finalmente, son necesarios sentidos y un sistema nervioso para asegurar que los movimientos resulten eficaces y aptos para sus necesidades.

En principio, el agua exige a todos sus habitantes prácticamente lo mismo. Los animales que se readaptan a la vida en el agua tienen consecuentemente muchos rasgos anatómicos comunes con los peces. Esto sirve para ballenas y focas y, hasta cierto punto, para los ictiosaurios del mesozoico, hace 200 millones de años. Todos ellos comparten o compartían el mismo inconveniente de que la adaptación fundamental de sus antecesores a la vida en la tierra, la respiración aérea, no ha podido revertirse.

Los agentes principales de producción orgánica de océanos y lagos son las plantas verdes de plancton. Para crecer no necesitan sólo luz solar, sino también oxígeno, dióxido de carbono y sales. A menudo, la existencia de fosfatos determina la cantidad de biomasa, es decir, de materia viva, que puede existir en un metro cúbico de agua. La falta de fosfato supone agua estéril, mientras que su abundancia puede dar lugar a una floración de algas que consuma el oxígeno del agua. Los fosfatos, en forma de residuos orgánicos, están continuamente descendiendo a las profundidades.

En el mar abierto, estos detritos se hunden fuera del alcance de los productores orgánicos y se incorporan a los sedimentos y a las rocas sedimentarias. Por otro lado, las aguas superficiales reciben nutrientes (nitratos y fosfatos) de dos fuentes: del agua que se infiltra en el terreno y de la descomposición de la materia orgánica en el mar. La producción orgánica es elevada, ya que casi todos los nutrientes existentes se incorporan a la biomasa. Las aguas superficiales son, pues, importantes zonas de pesca y un banco puede contener cientos de miles de peces.

La mar nutricia

El hombre no ha sido siempre pescador. Al final de la Era Glacial, los cambios ecológicos y las demandas de una población en aumento obligaron a los hasta entonces cazadores de caza mayor a volver la vista hacia la caza menor y, finalmente, a los mariscos: mejillones y ostras. Esta evolución puede estudiarse arqueológicamente en ciertos emplazamientos mediante el análisis estadístico de las basuras domésticas. La pesca surgió durante el Mesolítico (hace aproximadamente 8.000 años), cuando se inventaron los aparejos básicos: anzuelo, lanza, red y nasa.

La pesca fue una actividad principalmente local hasta que el motor de vapor primero y el motor diesel después provocaron su industrialización en los cien últimos años. El enlatado de conservas y la refrigeración han aumentado las posibilidades de la pesca. Las flotas pesqueras van ahora acompañadas de barcos factorías y la mecanización ha aminorado la dureza del trabajo.

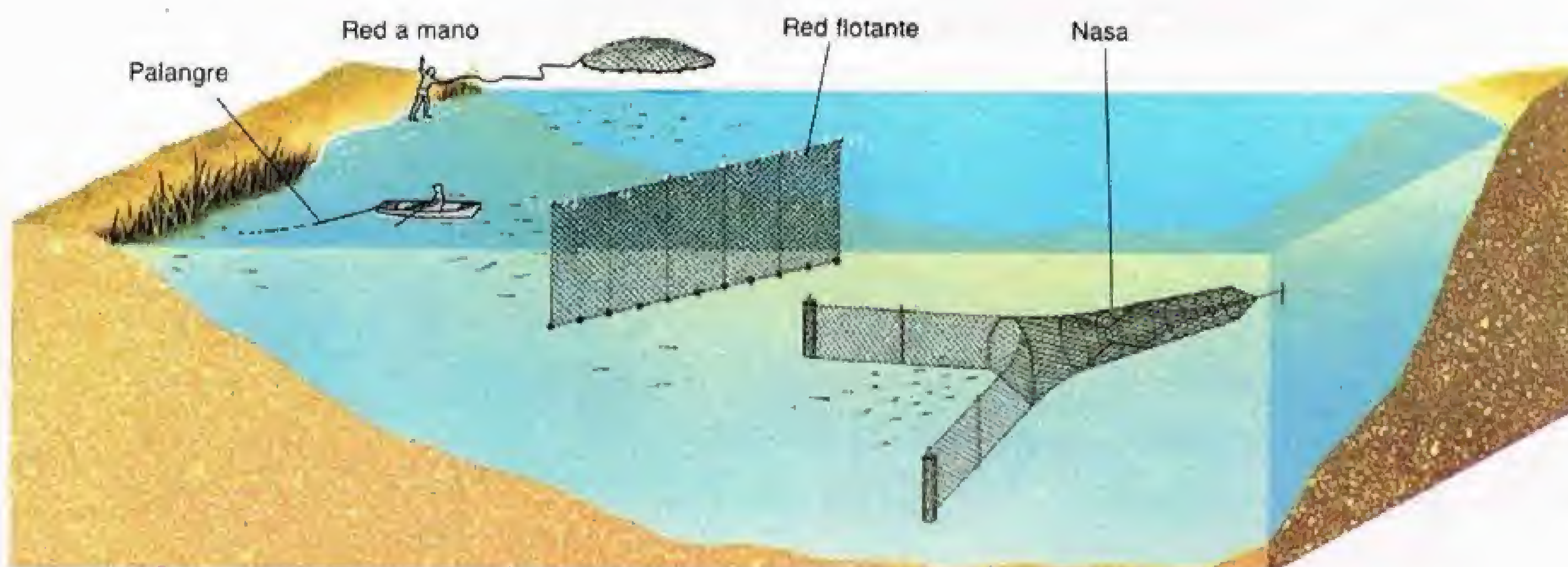
Durante las décadas de 1950 y 1960 se pensó que el alimento de los mares sería suficiente para alimentar a una población mundial ilimitada. Pero la pesca abusiva acarreó una reducción de las capturas a comienzos de la década de 1970. Hoy día, el total anual de capturas, incluyendo la piscicultura y las algas, está alrededor de 68 millones de toneladas. Cerca del 40 por 100 consiste en diferentes especies de arenque y bacalao. La piscicultura (criaderos de mejillones y ostras, cría de peces en aguas costeras e interiores, etc.) aporta alrededor del 9 por 100, proporción que aumenta con rapidez. En el sureste asiático, en especial, la cría de carpas en estanques es una fuente importante de proteínas.

Las zonas de pesca más importantes son las aguas superficiales de las plataformas continentales, y las zonas en las que el agua que sube del fondo o las corrientes de las regiones polares proporcionan sales nutritivas, principalmente fosfatos. La productividad biológica alcanza aquí su máximo nivel y las cadenas alimentarias suelen ser más cortas que en los complejos sistemas ecológicos de los océanos. Sin embargo, estas zonas altamente productivas son más vulnerables. A comienzos de la década de 1970, las capturas de anchoa en Perú, la mayor industria pesquera en aquel momento, se vinieron abajo al cambiar de curso una corriente oceánica fría y muy nutritiva. Al desaparecer esta nutrición, desaparecieron las anchoas y se derrumbó toda la industria.

La pesca tradicional es biológicamente ineficaz. Una tonelada de plancton no puede nunca convertirse en más de 10-20 kg de caballa, puesto que ésta se encuentra en un escalón superior de la cadena alimentaria, por ser un predador superior como el hombre. Resulta tentador recurrir al nivel trófico más inferior posible y utilizar a los productores primarios del mar, las algas, y a los secundarios, los crustáceos pelágicos como el «krill». Esto podría ser posible en el futuro. Entre tanto hay algo claro: si queremos aprovechar las aguas de la Tierra para la producción de alimentos, hay que detener la contaminación. Los océanos no son ya inagotables.

La pesca en aguas interiores

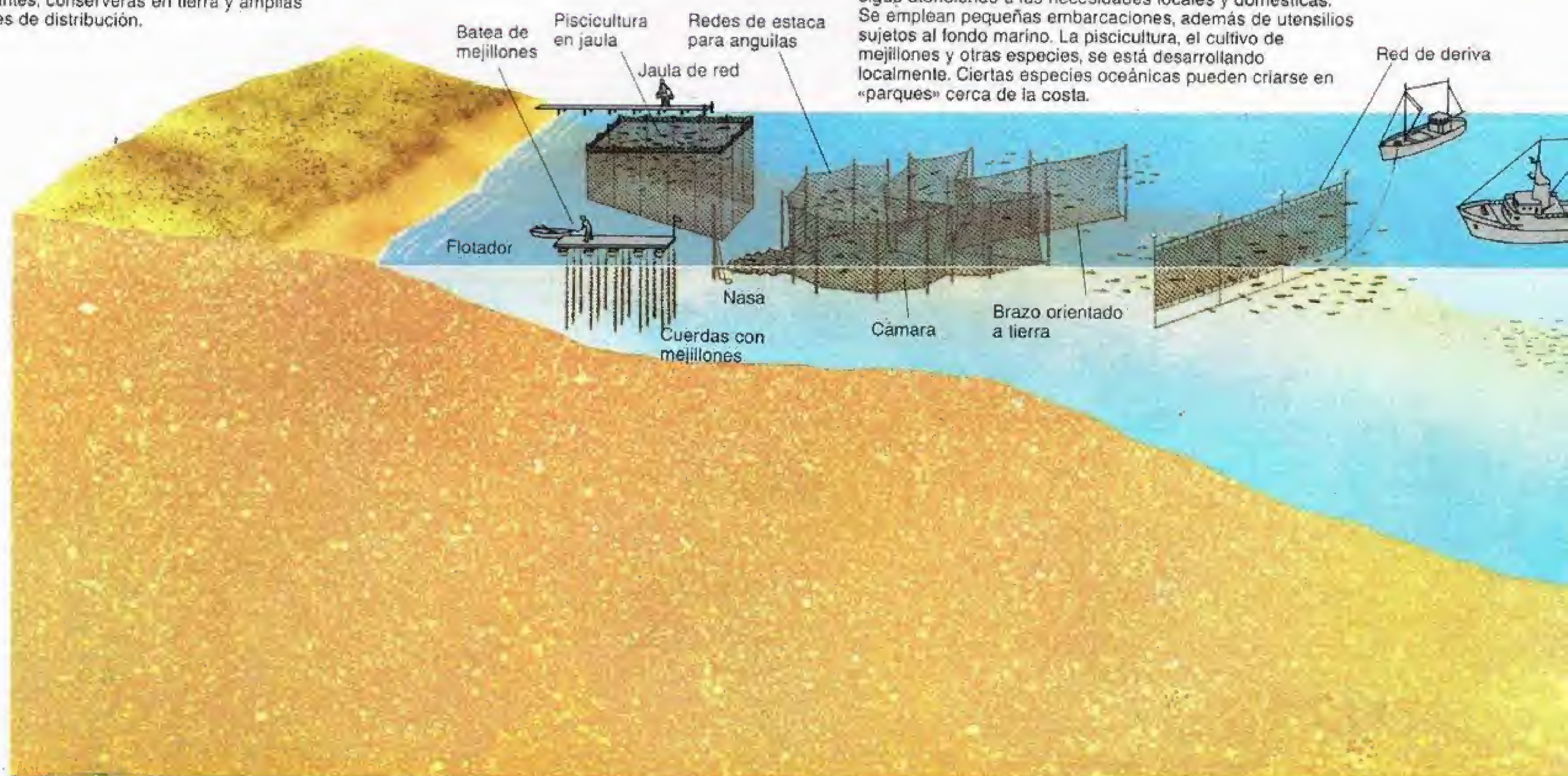
Constituye una importante fuente de proteínas en muchas partes del mundo. Los utensilios empleados son simples y ligeros.



La pesca en el mar

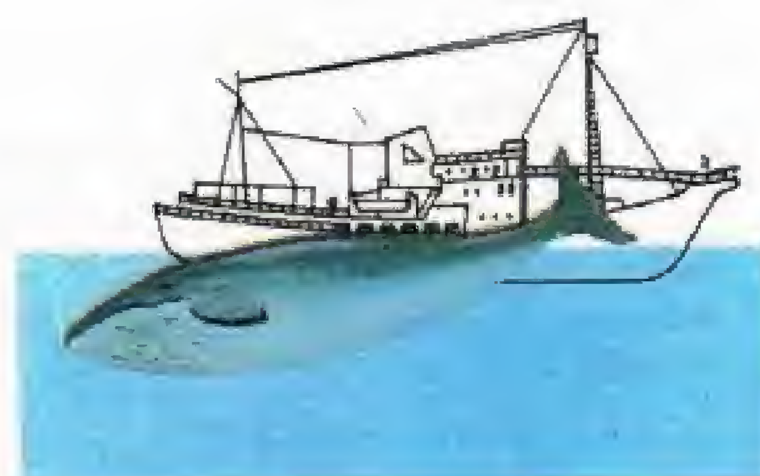
La pesca marina está muy diversificada. Hay una gran diferencia entre la pesca costera y la de altura, y los métodos varían según las especies. La pesca de altura en especial se ha convertido en una gran industria, dotada de factorías flotantes, conserveras en tierra y amplias redes de distribución.

La pesca costera
sigue atendiendo a las necesidades locales y domésticas. Se emplean pequeñas embarcaciones, además de utensilios sujetos al fondo marino. La piscicultura, el cultivo de mejillones y otras especies, se está desarrollando localmente. Ciertas especies oceánicas pueden criarse en «parques» cerca de la costa.



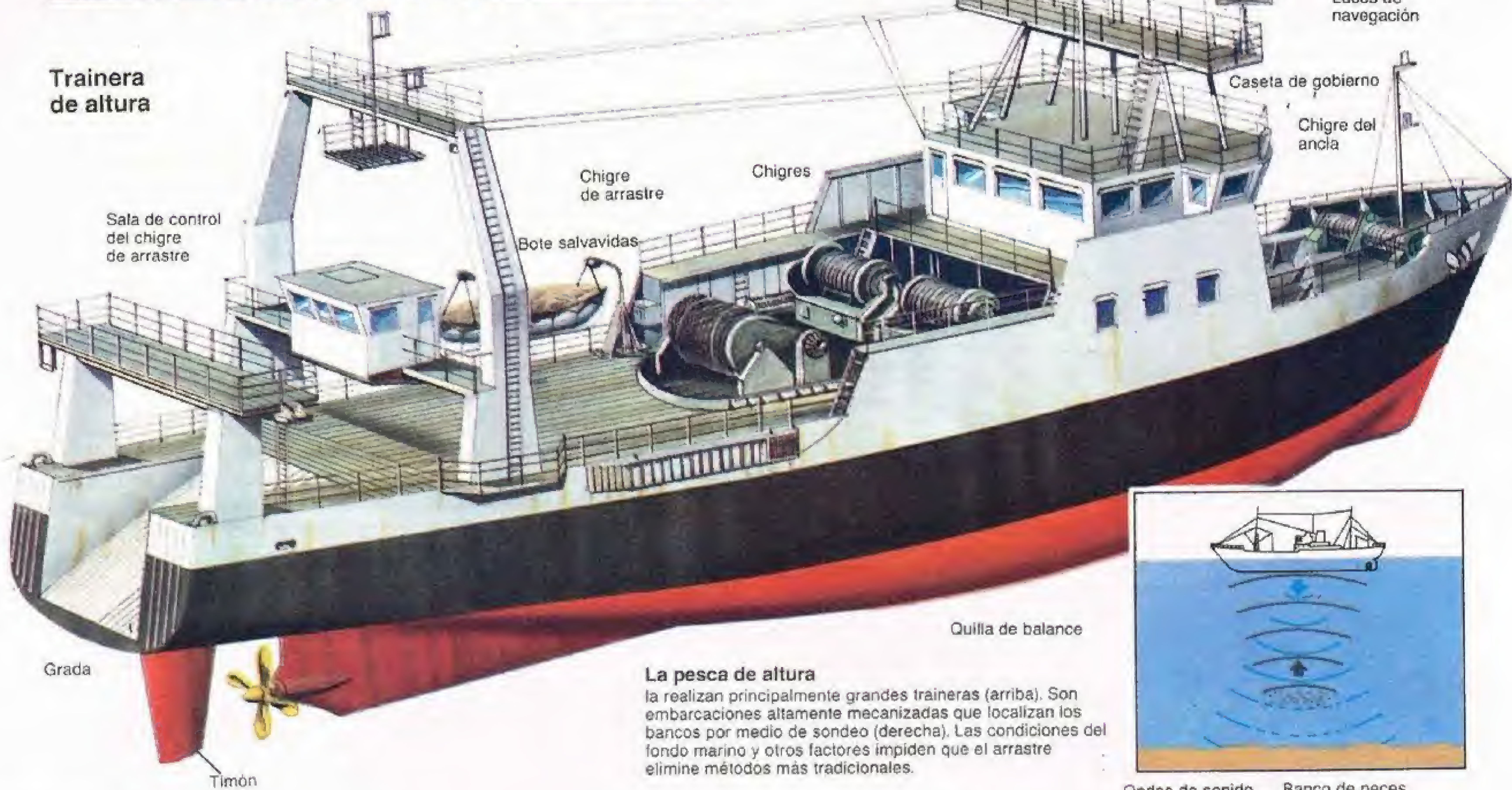


La plata del mar
Es fácil impresionarse ante las riquezas del mar cuando se ve la pesca extendida por cubierta, pero con sus capturas las traineras dejan sin vida grandes volúmenes de agua. A pesar de su inmensidad, los océanos apenas contienen más del 10 por 100 del total de la biomasa viva de la Tierra.



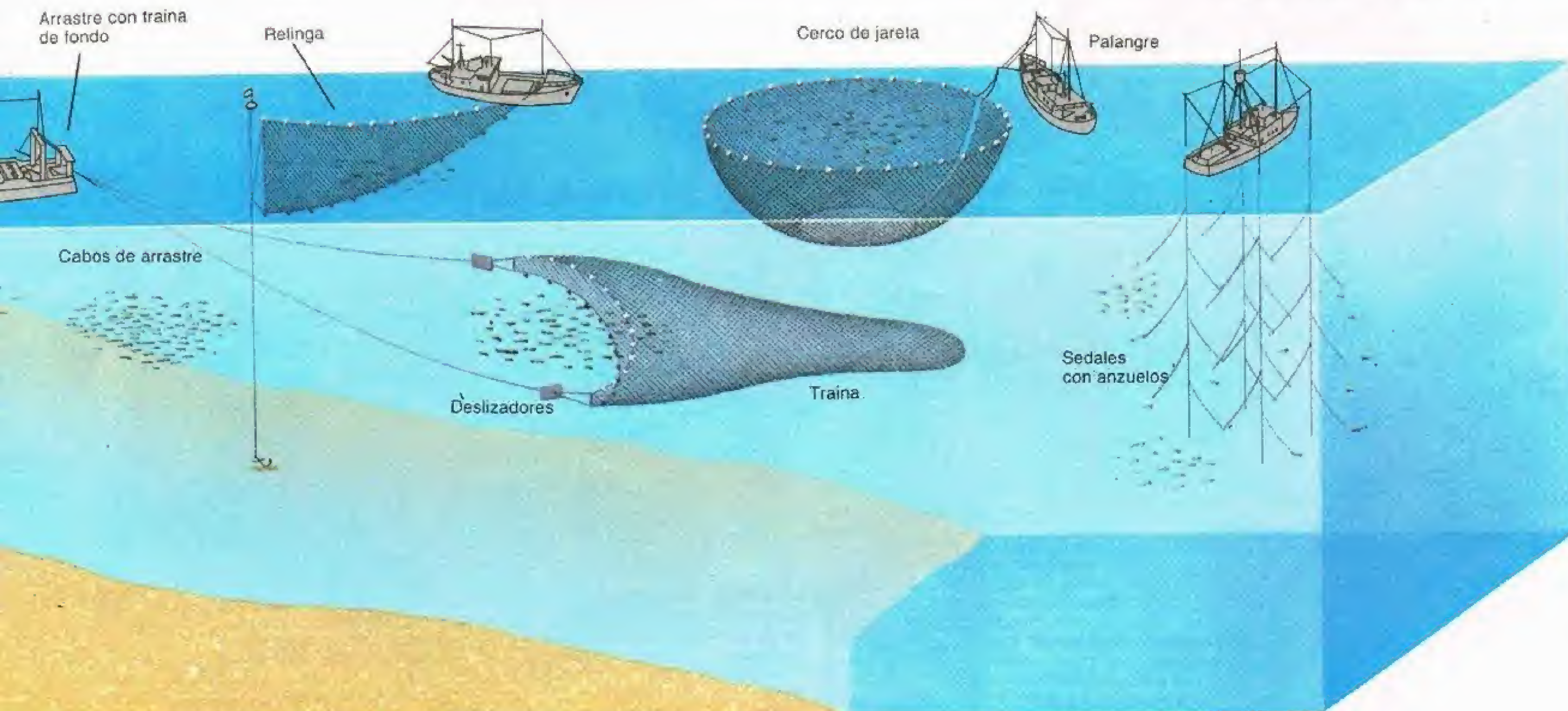
Los balleneros
disparan arpones explosivos desde embarcaciones rápidas y pequeñas. Ciertas especies de ballenas están en peligro de extinción, aunque parecen prevalecer los intereses creados.

Trainera de altura



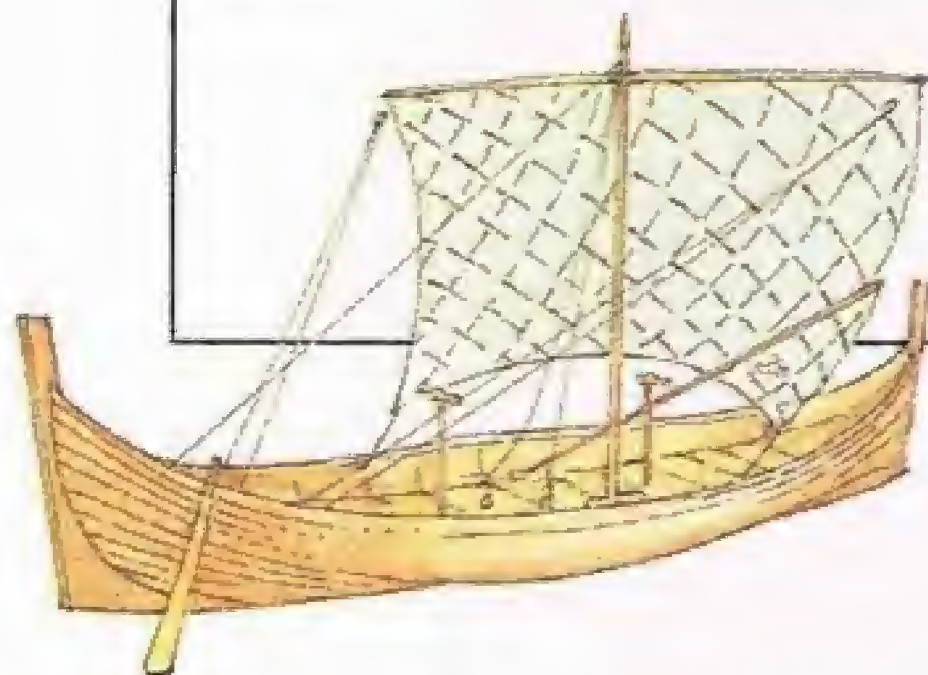
La pesca de altura
la realizan principalmente grandes traineras (arriba). Son embarcaciones altamente mecanizadas que localizan los bancos por medio de sondeo (derecha). Las condiciones del fondo marino y otros factores impiden que el arrastre elimine métodos más tradicionales.





La conquista de los mares

Los vikingos
llegaron hasta el Mar Caspio por el este y a «Vinland» (probablemente Terranova) por el oeste. En el siglo X se asentaron en Islandia y Groenlandia, aunque sus viajes por los ríos de Rusia tuvieron mayor importancia económica e histórica.

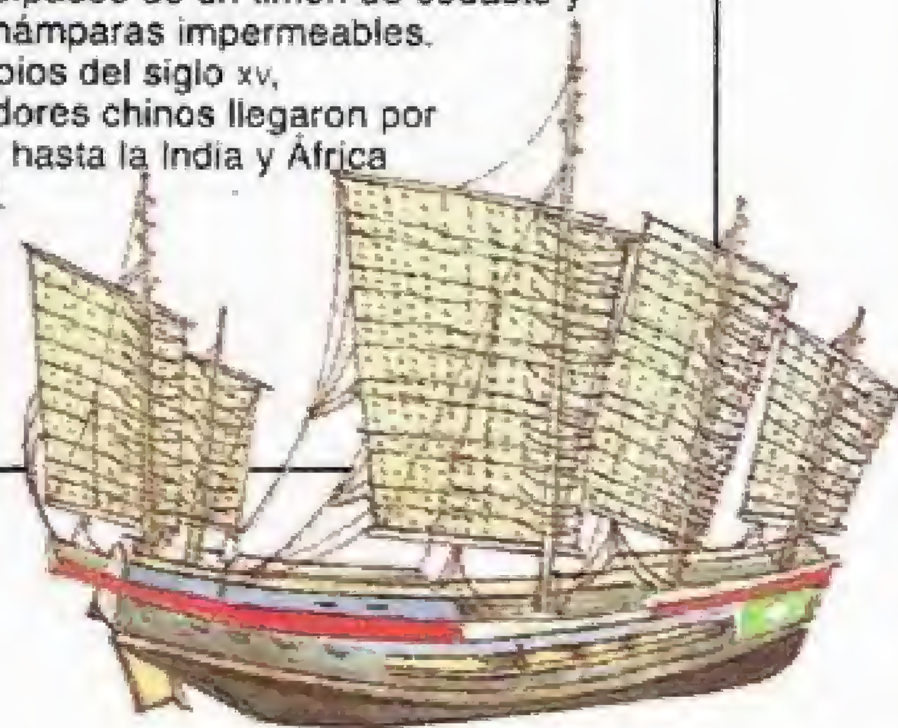


Los primeros exploradores

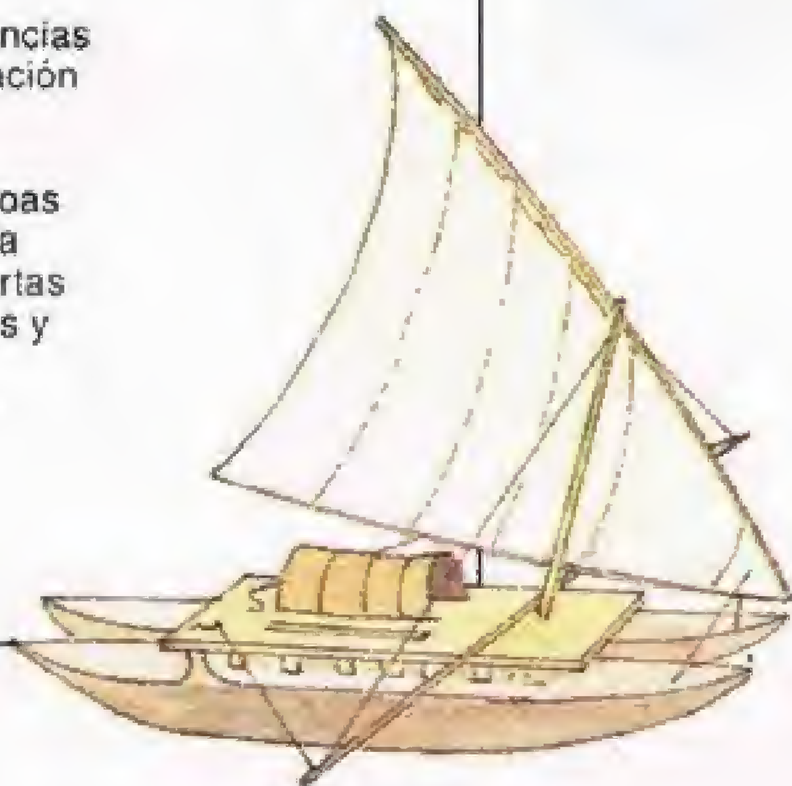
Mucho antes de la era de los grandes viajes de descubrimiento, hubo intrépidos marinos en los mares. Chinos, árabes, polinesios y vikingos viajaron mucho más allá de sus costas, aunque su campo de actividad (mapa) era limitado. Hasta el siglo XVI, los europeos no empezaron a viajar por todo el mundo.



Los chinos
fueron probablemente los mejores constructores de barcos de la Edad Media. Sus juncos tenían varios mástiles, iban equipados de un timón de codaste y tenían mámparas impermeables.
A principios del siglo XV, exploradores chinos llegaron por el oeste hasta la India y África Oriental.



Los polinesios
navegaron grandes distancias en sus viajes de colonización del Pacífico hace unos 2.000 años. Sus embarcaciones eran canoas con balancines y una vela triangular. Empleaban cartas simples hechas con palos y conchas.



Los árabes
fueron expertos marineros. En sus barcos de vela latina y ayudados por los regulares monzones, comerciaron por mar en la Edad Media, desde África Oriental («Azania») por el oeste, hasta las islas indonesias de las especies por el este.



Grandes navegantes

En 1492 Colón navegó hacia el oeste en busca de una nueva ruta entre Europa y la India. Descubrió un nuevo continente, América. Los viajes de Colón fueron seguidos de una intensa colonización española y portuguesa.


Colón

En 1496 Vasco da Gama abrió la ruta a la India por el este, dando la vuelta a África, y utilizando un piloto árabe en la última parte del trayecto. Fue la culminación de ochenta años de exploraciones marítimas portuguesas.


Da Gama




Magallanes

En 1519 Fernando Magallanes emprendió la primera vuelta al mundo. Tres años después uno de los tres barcos regresó a Portugal, con sólo 18 hombres de los 265. Magallanes había muerto en Filipinas.

La ciencia geográfica
Geógrafos de mente crítica y minuciosos cartógrafos reunieron los relatos de los navegantes en un estudio científico coherente del mundo. Los descubrimientos de los siglos XV y XVI tuvieron consecuencias más importantes que las expediciones de los vikingos.

En 1768-1779 el capitán James Cook exploró grandes zonas del Océano Pacífico y de las aguas antárticas.
Su destreza como navegante, su interés científico y su comportamiento humanitario reflejan un espíritu ilustrado en esta época ruda y despiadada de descubrimientos.

Los avances en la construcción naval permitieron la utilización de los mares como importantes rutas de comunicación. Pronto se inició un activo tráfico en el Mediterráneo y en el Báltico, donde las aguas estaban bastante protegidas y las distancias de recalada eran relativamente cortas. En el Mediterráneo, cretenses, fenicios, griegos, romanos, árabes e italianos se sucedieron unos a otros en el dominio de los mares, hasta que el comercio mundial se trasladó a los grandes océanos y el Mediterráneo decayó, convirtiéndose en una zona económicamente inactiva.

Las nuevas rutas comerciales fueron la consecuencia de los grandes descubrimientos de los siglos XV y XVI. Cientos de años de navegación por litorales tormentosos habían obligado a los europeos occidentales a construir buenos barcos, aunque el verdadero impulso a su expansión marítima fue la idea de destruir el monopolio árabe-italiano del comercio con el Lejano Oriente. Aunque Colón y Da Gama no se hicieron a la mar impulsados por un fervor científico, sus viajes tuvieron consecuencias científicas importantes.

Se ha dicho a menudo que fueron los indios y no Colón quien descubrió América. Es cierto que los habitantes originales del nuevo Mundo conocían bien sus terrenos de caza, pero desconocían que esta tierra fuera un continente aislado, separado por el mar de otros continentes como Europa, Asia y África. No tenían una ciencia geográfica. Los europeos, sin embargo, la habían desarrollado, lo que les daba unos conocimientos prácticos de la geografía mundial sin paralelo en la historia. Puede decirse que la época de los grandes viajes de descubrimiento concluye con los viajes de Cook en la década de 1770. Representaron la transición a la era dorada de las grandes expediciones científicas del siglo XIX: la expedición Challenger, Darwin, Nordenskiöld y otros muchos.

Pescadores y navegantes han tenido siempre cierto conocimiento de las profundidades marinas, aunque la capacidad de un buceador a pulmón está limitada a unas decenas de metros y un par de minutos. En el siglo XVI se inventó la campana de buzo para operaciones de rescate y en la década de 1830, Siebe diseñó el moderno traje de buzo para el mismo fin. Los equipos de respiración de los hombres rana surgieron en la Segunda Guerra Mundial. Hoy día los buzos trabajan rutinariamente a profundidades de varios cientos de metros.

La invención del torpedo a finales del siglo XIX convirtió al submarino en un arma militar práctica. Su uso militar se mantuvo hasta la década de 1960, cuando los investigadores marinos construyeron aparatos sumergibles especialmente diseñados para uso científico. Desde entonces, la búsqueda de petróleo bajo el mar ha hecho progresar rápidamente las técnicas de buceo.

El hombre está empezando ahora a sondear los misterios de las profundidades del océano. El «espacio interior» del mar es, como el espacio exterior, una nueva y prometedora frontera.

La exploración de las profundidades

Los buzos provistos de oxígeno están limitados a profundidades de 10-15 metros. Bajo presión, el oxígeno tiene un efecto venenoso.

Con el equipo más elemental, los pescadores de perlas y esponjas alcanzan profundidades de 30-50 m durante períodos breves.

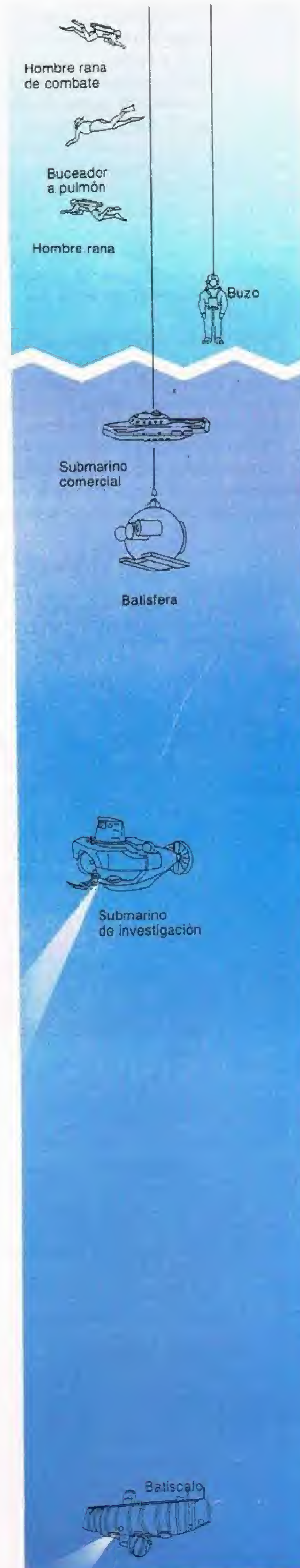
Los hombres rana con escafandras autónomas pueden descender hasta 60 m. Por debajo de esta distancia hacen falta mezclas de gases especiales.

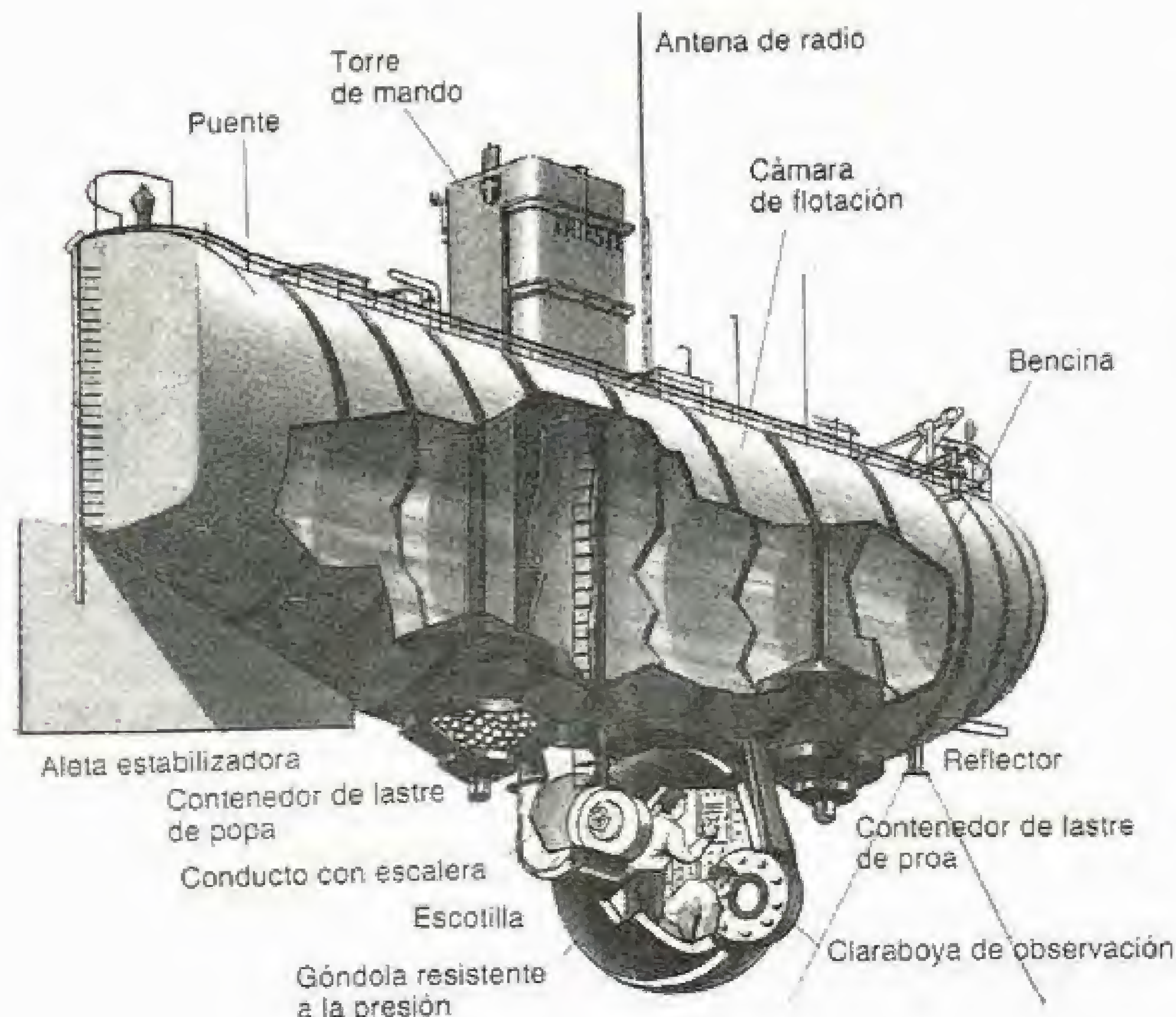
Los buzos pueden trabajar a profundidades de 150-250 m respirando heliox, una mezcla de helio y oxígeno.

Los submarinos comerciales pueden emplearse en reparaciones y labores de mantenimiento, por ejemplo, en las plataformas petrolíferas marítimas, hasta una profundidad de 400-500 m.

En 1934, empleando una batisfera, una esfera de acero suspendida de un barco por un cable, el zoólogo norteamericano William Beebe descendió hasta más de 900 m. Este peligroso aparato le permitió al hombre observar por primera vez el mundo eternamente oscuro de las profundidades oceánicas.

Los submarinos de investigación, construidos con nuevos materiales, como titanio, aluminio y plexiglás, se emplean para realizar observaciones científicas a profundidades de varios miles de metros. Con la ayuda de estas embarcaciones se han hecho importantes descubrimientos biológicos y geológicos en las dorsales centro-oceánicas.





Las mayores profundidades

La mayor profundidad conocida en el mundo es la fosa de las Marianas en el Pacífico: 11.034 m. En ella un batiscafo (derecha y en detalle izquierda) descendió en 1960 hasta 10.916 m. En principio, un batiscafo es una especie de zepelín submarino. El casco está relleno de bencina, más ligera que el agua, al igual que el gas de un dirigible es más ligero que el aire. Bajo este casco o cámara de flotación hay una góndola de acero resistente a la presión, con claraboyas de observación. La flotación se equilibra mediante bolas de acero que sueltan dos contenedores.
La tripulación se compone de dos o tres personas. La nave puede permanecer unas horas en el fondo marino, a profundidades de 10.000 m o más.



Las rutas marítimas

Se cree que los egipcios construyeron los primeros barcos de vela, en los que transportaban ricas mercancías, como maderas preciosas, oro, marfil y esclavos de Líbano y el Punt (costa de Somalia). Durante mucho tiempo la navegación fue una actividad que no afectaba ni atañía a la gente corriente. Los griegos, y tras ellos los romanos, fueron los primeros en depender del transporte de productos esenciales por mar: granos, aceite de oliva, vino y metales. Con la caída del Imperio Romano, alrededor del año 500, cesó el tráfico y los productos de uso diario no volvieron a ser un factor importante en la navegación hasta la alta Edad Media. Durante este tiempo, la mayoría de los barcos navegaban más o menos cerca de la costa. En la Edad Media árabes y chinos efectuaron algunas travesías oceánicas, ayudados por los monzones. Pero los europeos no se embarcaron en tales empresas hasta alrededor del 1500.

Hoy día la mayor parte del tráfico marítimo lo constituyen mercancías a granel, como petróleo, hierro, minerales, productos químicos industriales y granos. Las mercancías manufacturadas consisten principalmente en productos industriales pesados, como maquinaria, vehículos y diversos productos semimanufacturados. El tráfico de pasajeros se limita en gran parte a cruceros y líneas de transbordadores; los aviones han acaparado el tráfico transoceánico de pasajeros. En los cien últimos años se han dado tremendos avances en la construcción naval. Los modernos cargueros de línea tienen la misma tripulación que un clíper, entre 20 y 30 hombres, a pesar de que la capacidad de carga es cien veces mayor: 30.000 toneladas o más. El ruido, las vibraciones y la tensión son las principales molestias del moderno navegante, como los accidentes, el mal alojamiento, el frío, el calor y la humedad fueron las de sus predecesores.

Los puertos, como los barcos, han cambiado. El aumento del tamaño de los barcos y la creciente demanda de espacio para el manejo de cargas han hecho que los puertos se trasladaran de las ciudades a nuevos emplazamientos en aguas profundas. El contenedor supone otro cambio importante. La idea no es nueva, la Edad Media tenía su propio sistema de unidades de carga en el barril o tonel. La palabra francesa tonel, «tonne», dio nombre a la unidad de medida. Los modernos contenedores estandarizados (de una longitud de 24 y 48 pies) han hecho variar los diseños y las labores de puertos y barcos. Los barcos tienen ahora un tiempo de estancia en puerto muy breve y la navegación tiende a concentrarse en unos pocos centros grandes. El puerto de más tráfico hoy día es Rotterdam, con un registro de unos 270 millones de toneladas de carga en 1978.

Barcos de dos siglos

Galgos de los mares

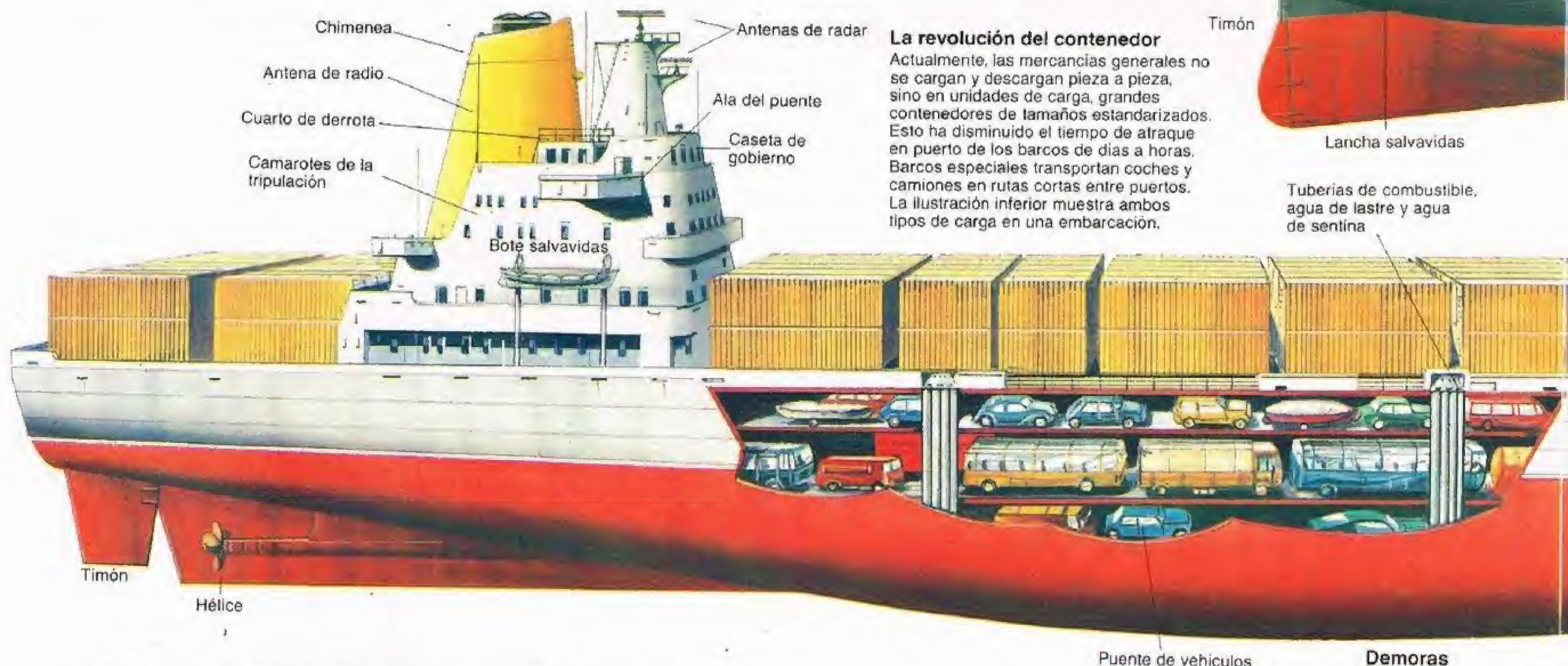
Tras siglos de desarrollo de embarcaciones de vela cuadrada, se llegó a los clipers británicos y norteamericanos de mediados del siglo XIX. Estos veloces barcos se crearon para desempeñar una labor concreta: trasladar a Europa y a Norteamérica cargas costosas y perecederas del Lejano Oriente, té principalmente. Las primeras entregas de la temporada podían alcanzar precios muy altos, lo que llevó a las famosas carreras por los mares. La era de oro de los clipers fue breve, al cabo de unas décadas fueron reemplazados por barcos de vapor.

Un moderno buque de carga

Debido a las demandas industriales de servicios de transporte marítimo rápidos y regulares, los vapores de ayer, los «obreros despreocupados» del mar, han sido casi totalmente eclipsados por los cargueros de línea regular. Estos barcos son veloces y están construidos especialmente para transportar diferentes tipos de cargas. Suelen tener dos tripulaciones que se turnan: cuesta mucho tener un barco parado para que descanse toda la tripulación.

La revolución del contenedor

Actualmente, las mercancías generales no se cargan y descargan pieza a pieza, sino en unidades de carga, grandes contenedores de tamaños estandarizados. Esto ha disminuido el tiempo de atraque en puerto de los barcos de días a horas. Barcos especiales transportan coches y camiones en rutas cortas entre puertos. La ilustración inferior muestra ambos tipos de carga en una embarcación.



Orientándose en el mar

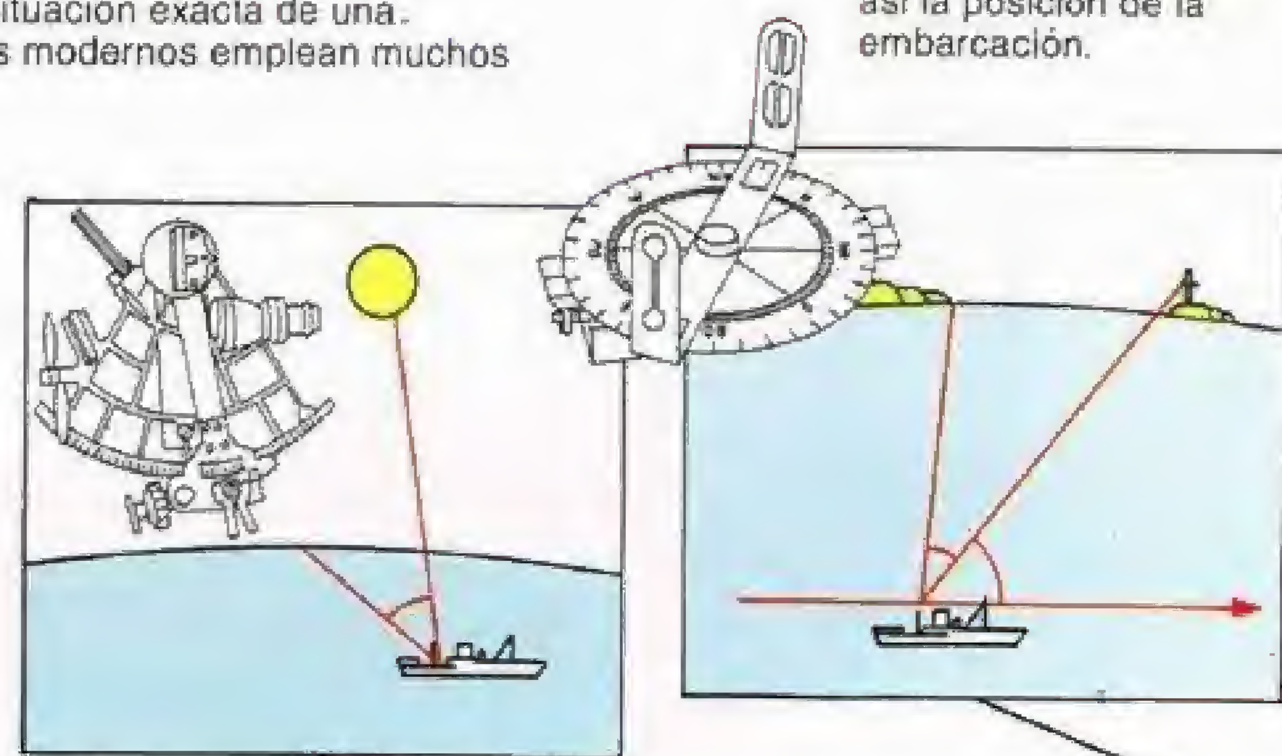
En alta mar y en aguas costeras peligrosas, tiene una importancia vital conocer la situación exacta de una embarcación. Los navegantes modernos emplean muchos métodos:

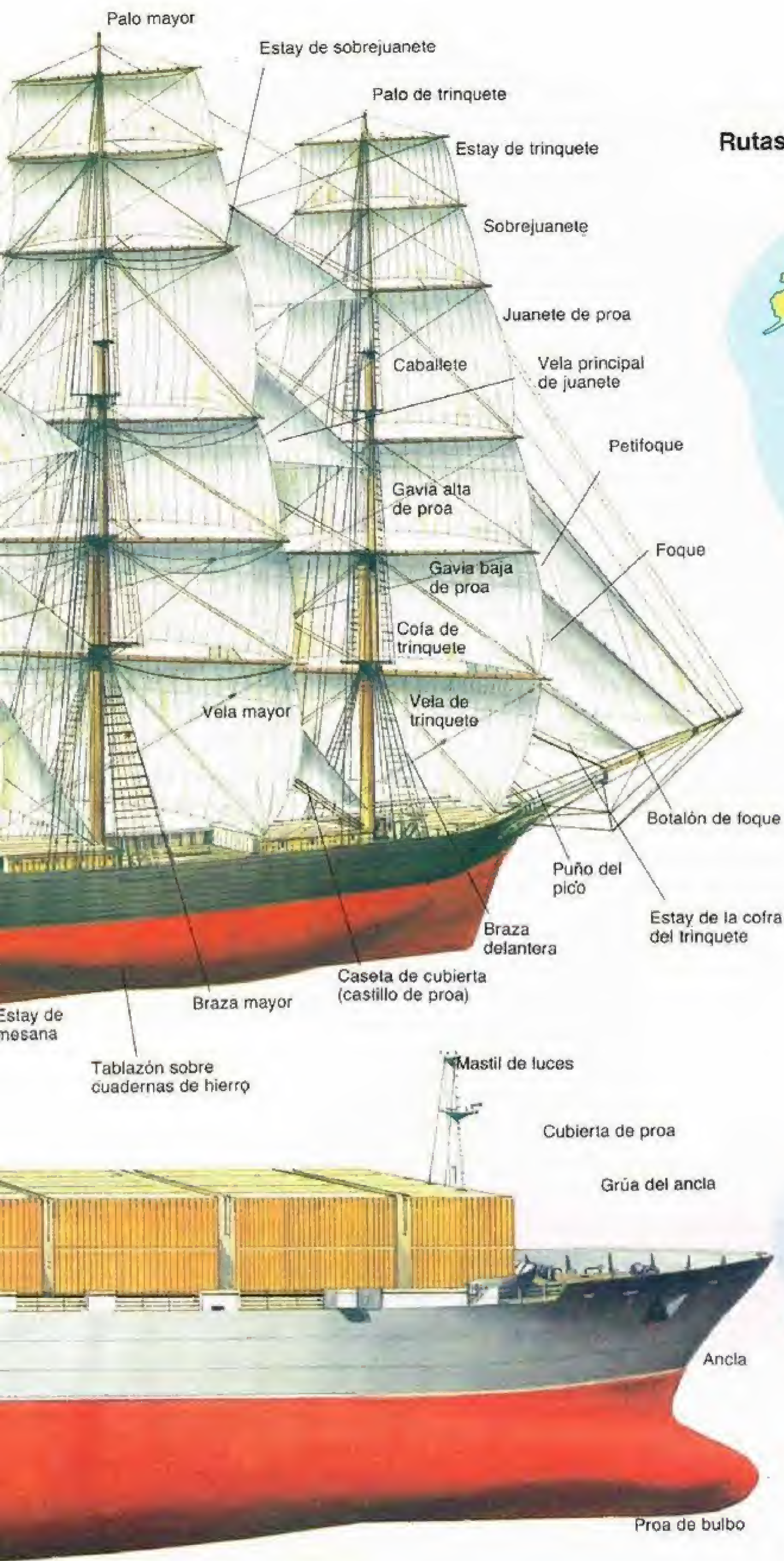
La navegación astronómica

La altura del Sol o de una estrella equivalente sobre el horizonte en una posición sur da la latitud. La longitud puede determinarse registrando el momento exacto de la lectura. La altura del Sol se mide con un sextante.

Demoras

Las demoras (ángulos horizontales) de dos puntos cuya posición es conocida pueden leerse en una tabla de demoras, determinando así la posición de la embarcación.





Rutas de ayer y de hoy

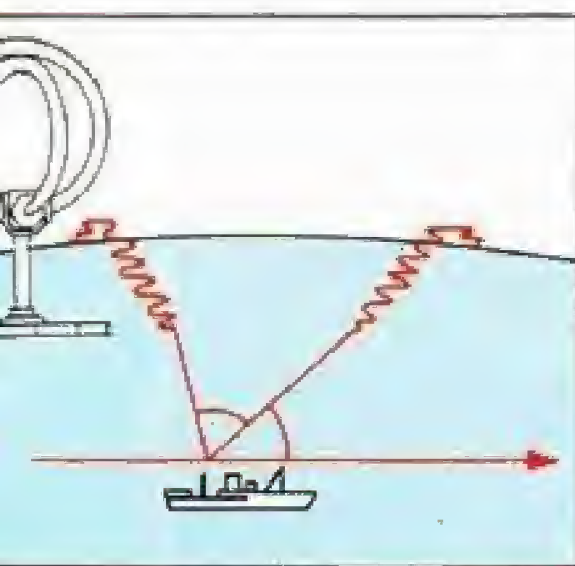


Las rutas marítimas del pasado
Las rutas marítimas no las fijaron sólo la tierra y los vientos, sino la localización de las mercancías. Hasta el siglo pasado, las zonas principales eran Europa Occidental, los países mediterráneos, las Antillas y la India.

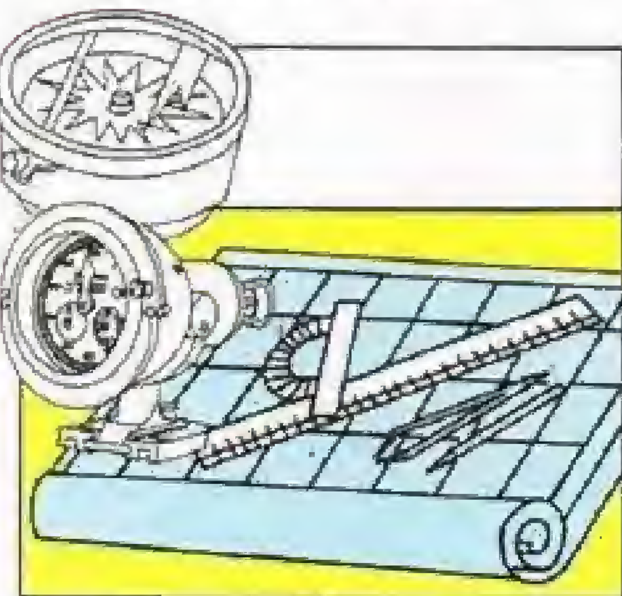
Las rutas marítimas de hoy
las fija, como el pasado, la geografía económica mundial. Se mueven entre las regiones altamente industrializadas de Europa Occidental, Norteamérica y Japón, y entre éstas y las zonas productoras de materias primas. La materia prima principal por volumen y valor es el petróleo.



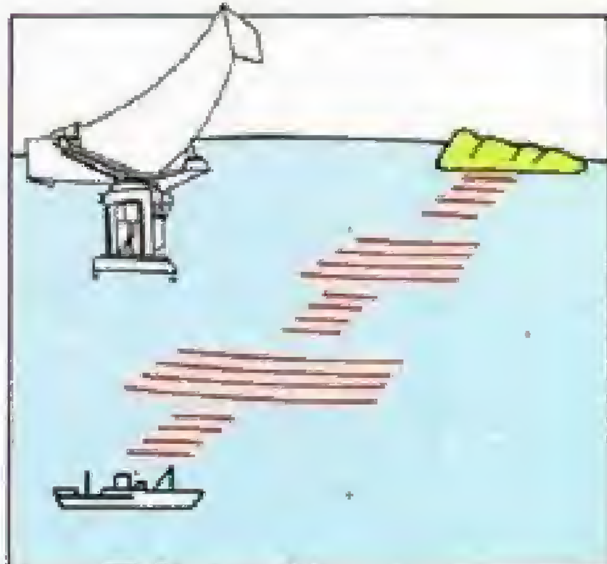
Radiogoniometría
Se pueden fijar las coordenadas de dos transmisores de radio mediante un receptor con antena direccional.



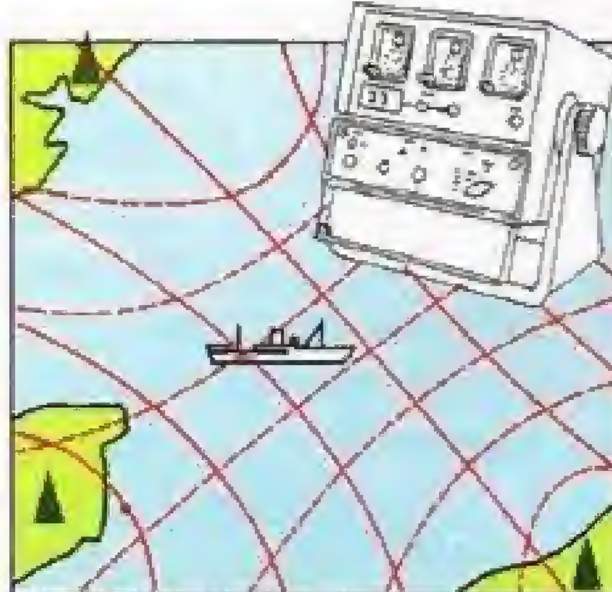
Estima
El rumbo del barco (indicado por la brújula) y la distancia recorrida (indicada por la bitácora) dan una idea aproximada de la posición del barco.



La navegación por radar
La reflexión de las ondas de radio da la situación y la distancia a costa, islas y boyas.



Radionavegación
El cambio de fases de las señales de tres transmisores especiales proporciona una posición muy exacta.



Barcos especializados



El hombre y la hidrosfera

Tanto en las regiones áridas como en las zonas industrializadas, el agua limpia es una sustancia escasa y valiosa.

Aguas de superficie y aguas subterráneas

Los antiguos persas que habitaban estepas y desiertos consideraban como sagrada toda el agua corriente. En la lluviosa Europa no ha existido esta sana reverencia hacia el agua. Hace más de 500 años, el agua de los ríos que atraviesan las ciudades fue ya considerada peligrosa para el consumo; la industrialización, el aumento de la población y los nuevos productos químicos tóxicos han agravado el problema.

La instalación de sistemas de alcantarillado y el mayor uso de agentes limpiadores han aumentado la cantidad de fosfato de ríos y lagos. Este exceso de alimento o eutrofización da como resultado un crecimiento explosivo de algas que consumen el oxígeno del agua, produciendo la muerte de peces y el empobrecimiento del sistema ecológico. La descuidada eliminación por la industria de los compuestos de mercurio y de otros metales pesados ha producido una grave contaminación del agua. Según avanza por las cadenas alimentarias, el mercurio se concentra hasta producir graves daños a los nervios de las aves que se alimentan de peces y a los seres humanos.

Las aguas residuales pueden purificarse. Anteriormente se realizaba mediante un proceso mecánico de sedimentación y filtración. Hoy día se emplean métodos químicos para precipitar las sales nutritivas y métodos biológicos para añadir oxígeno a las aguas residuales, acelerando la descomposición de la materia orgánica. Gracias a un eficaz programa de tratamiento de aguas residuales, el río Támesis puede vanagloriarse de contar hoy con 105 especies de peces; en agosto de 1983, por primera vez en 150 años, se capturó un salmón con caña.

Las aguas subterráneas están también amenazadas, en parte debido a su extracción. El petróleo y los fenoles de los basureros y los fertilizantes de nitrógeno pueden envenenar las aguas del suelo. Una vez en el suelo, los nitratos de los fertilizantes se convierten en nitritos que pueden transformarse en el cuerpo humano en sustancias cancerígenas.

Mares interiores y océanos

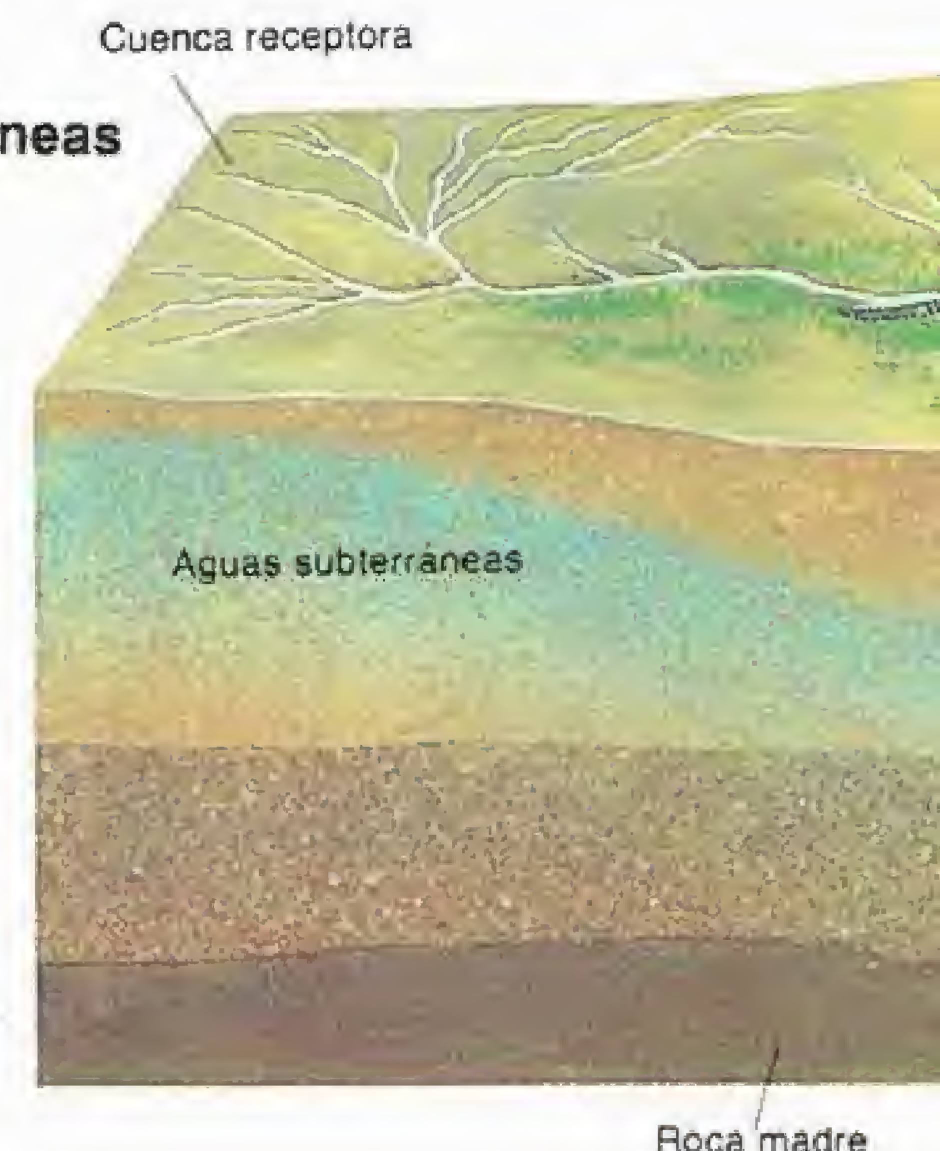
Los mares interiores, con su limitado volumen de agua, tienen bastante en común con los lagos. La eutrofización produce una falta de oxígeno en las aguas profundas. Cuando la descomposición normal de la materia orgánica deja de realizarse, se genera sulfuro de hidrógeno. Los venenos, como el mercurio y los hidrocarburos clorinados, pueden alcanzar altas concentraciones; en el Báltico han afectado a los peces e, indirectamente, a focas y águilas.

En los océanos, con sus grandes masas de agua, estos problemas no son tan evidentes, aunque a largo plazo tienen la misma gravedad. Existe el peligro de que la producción de plancton vegetal se vea reducida por los hidrocarburos clorinados como el DDT, encontrado en pingüinos de la Antártida. El vertido de residuos químicos y radiactivos en zonas de alta mar despierta preocupación en los últimos años. No conocemos suficientemente la circulación del agua del mar entre las profundidades y la superficie, y estos venenos pueden invadir las cadenas alimentarias y concentrarse en ellas.

Los derechos sobre las aguas terrestres y marítimas

El derecho a usar las aguas de los ríos que atraviesan fronteras nacionales ha causado a veces conflictos locales. Los derechos del mar producen disensiones a escala global. La doctrina de la «libertad de los mares» de los siglos XVIII y XIX es ya algo del pasado. En la década de 1970 las naciones empezaron a reclamar amplias zonas de mar y actualmente las aguas de zonas cerradas, como el Mar del Norte, están divididas en zonas económicas. Las disputas por el derecho a utilizar los recursos de los océanos libres han creado desacuerdos internacionales. Las naciones industriales con la tecnología necesaria reivindican su derecho a explotar los océanos. Los países pobres y los que no tienen salida al mar exigen que estos recursos se administren internacionalmente como herencia común de la humanidad. La tensión ha disminuido en cierta medida al moderarse las exageradas expectativas de grandes beneficios en la explotación del fondo marino.

Aguas de superficie y subterráneas



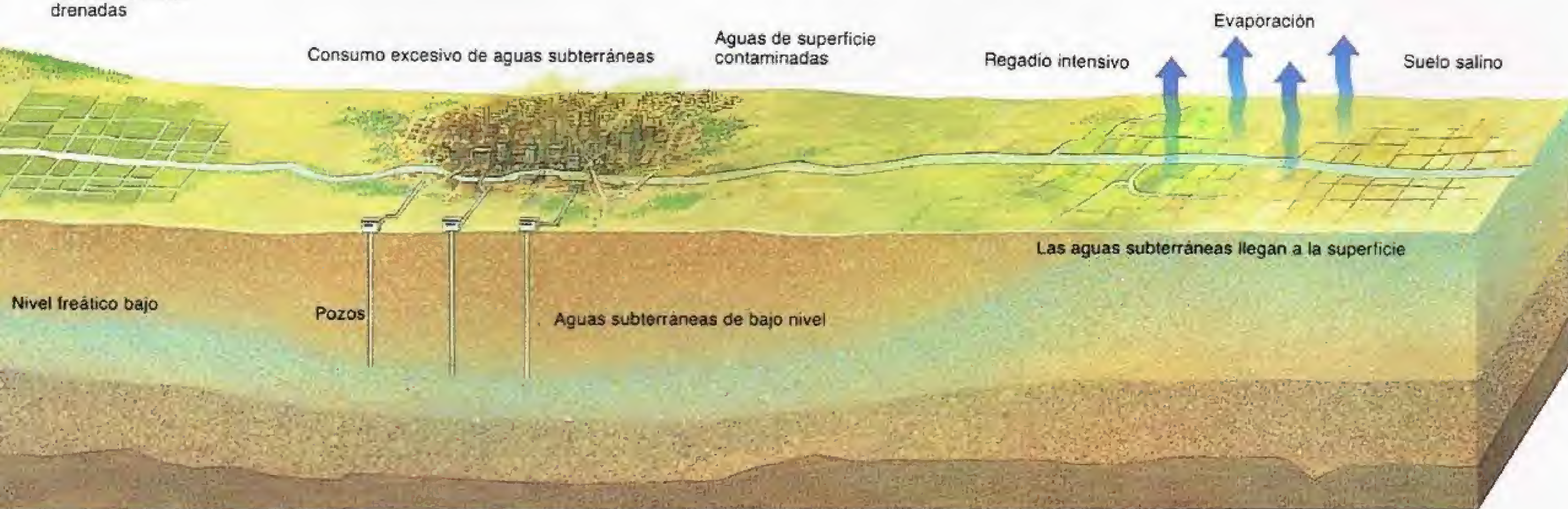
La mala gestión del hombre
La destrucción de la vegetación del suelo y el drenado de tierras húmedas disminuye la infiltración de las aguas de superficie, haciendo bajar el nivel de la capa freática, que puede descender aun más por las excesivas demandas para fines municipales e industriales: se extrae el agua dulce, se emplea en hogares e industrias y se vuelve a liberar como agua de superficie contaminada. Los regadíos intensivos, por otro lado, pueden aumentar las infiltraciones hasta que el nivel freático llega a la superficie. En las regiones áridas, la evaporación excepcional de los suelos anegados provoca la precipitación de las sales de estas aguas subterráneas y con el tiempo el suelo salino se vuelve inservible para la agricultura.

Las perspectivas no son totalmente negativas. Se han firmado y puesto en práctica acuerdos internacionales sobre el vertido de petróleo en aguas vulnerables, aunque tales acuerdos se violan con frecuencia, demuestran que se puede llegar a acuerdos en temas concretos, espíritu con el que se deberían proseguir las conversaciones.

Muertos por el petróleo
En muchas aguas es ilegal verter agua de lastre mezclada con petróleo, aunque se sigue haciendo. Las verdaderas catástrofes petrolíferas se producen cuando se hunden los grandes petroleros (abajo). La limpieza posterior es una tarea costosa que lleva tiempo. La muerte de muchas aves marinas (derecha) despierta la indignación pública, aunque la contaminación petrolífera es más peligrosa para los organismos que están bajo la superficie: peces y alevines, crustáceos y algas. En la actualidad se procura eliminar el petróleo del agua mediante productos químicos en lugar de hundirlo.







El envenenamiento de las aguas del globo

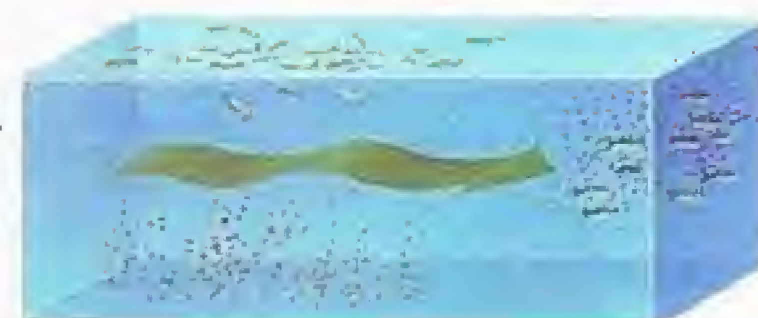
Vertidos en el mar
La práctica de verter residuos químicos y radiactivos en las profundidades marinas data ya de algunos años. Con el tiempo los contenedores pueden sufrir los efectos de la erosión, liberando su contenido venenoso en el agua. No se conoce aún bien la circulación de las aguas profundas y superficiales (flechas) y puede que este proceso sea más rápido de lo que pensábamos, con lo que los venenos se extienden a los estratos biológicamente activos.
Los oceanógrafos han descubierto corrientes en las partes más profundas del océano.



La eutrofización,
la sobrealimentación del agua, produce la proliferación de las algas y la falta de oxígeno en el agua. Puede deberse a los fósforos de nitrógeno de las aguas residuales o, como aquí, a los fertilizantes nitrogenados de las tierras de cultivo.

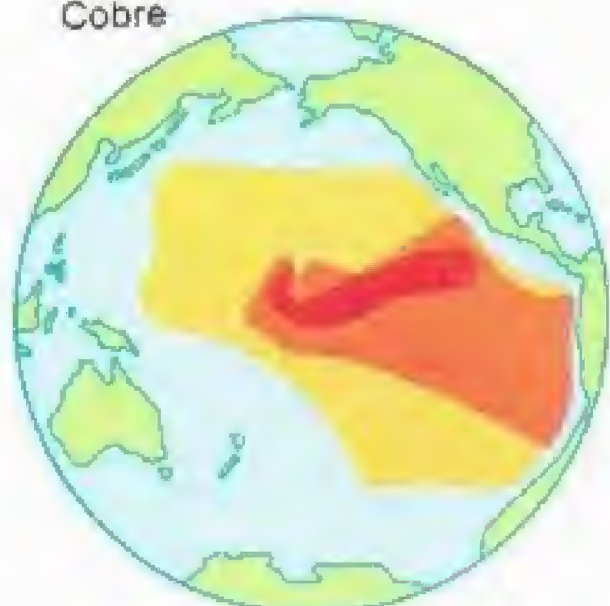


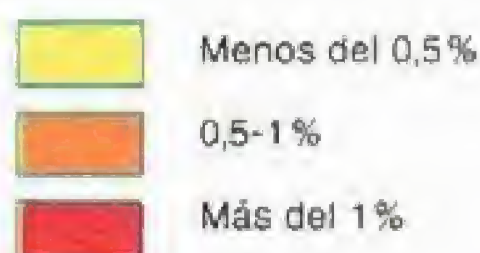
El envenenamiento del medio ambiente
se ha incrementado debido a la industria y la agricultura.
Las sustancias tóxicas, como el DDT y el PCB, producen graves daños en los mares interiores, como el Báltico, donde el ritmo de intercambio del agua no es muy grande.

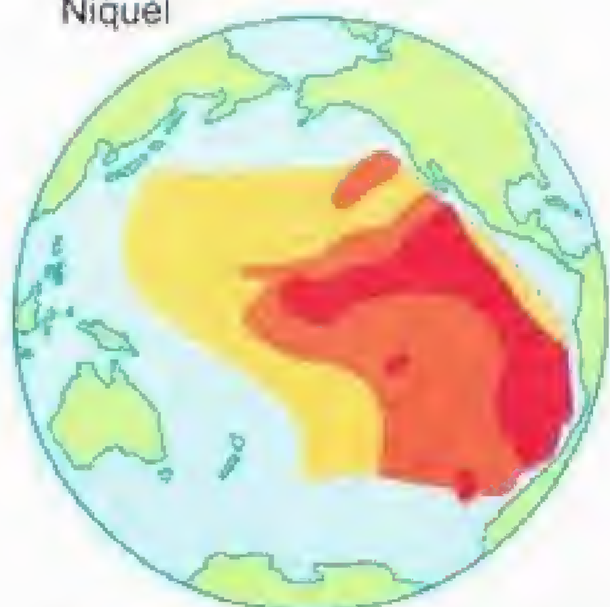


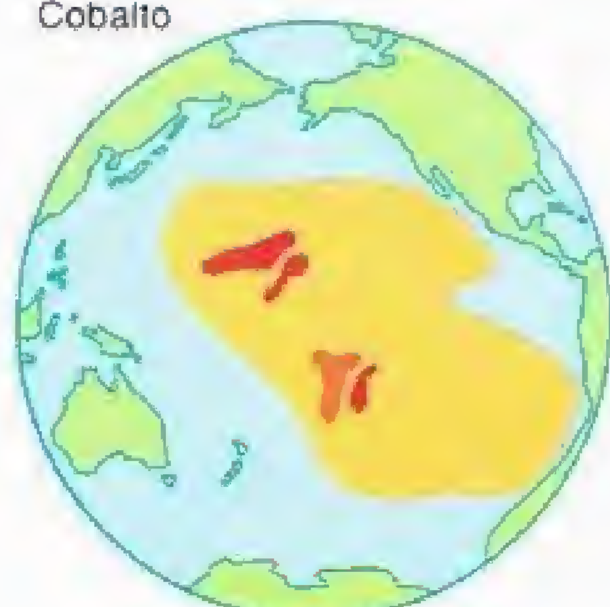
La pesca abusiva
no conduce necesariamente a la exterminación, aunque altera el equilibrio entre las diferentes especies. Cuando disminuyen las capturas, surgen graves problemas para pescadores e industrias pesqueras.



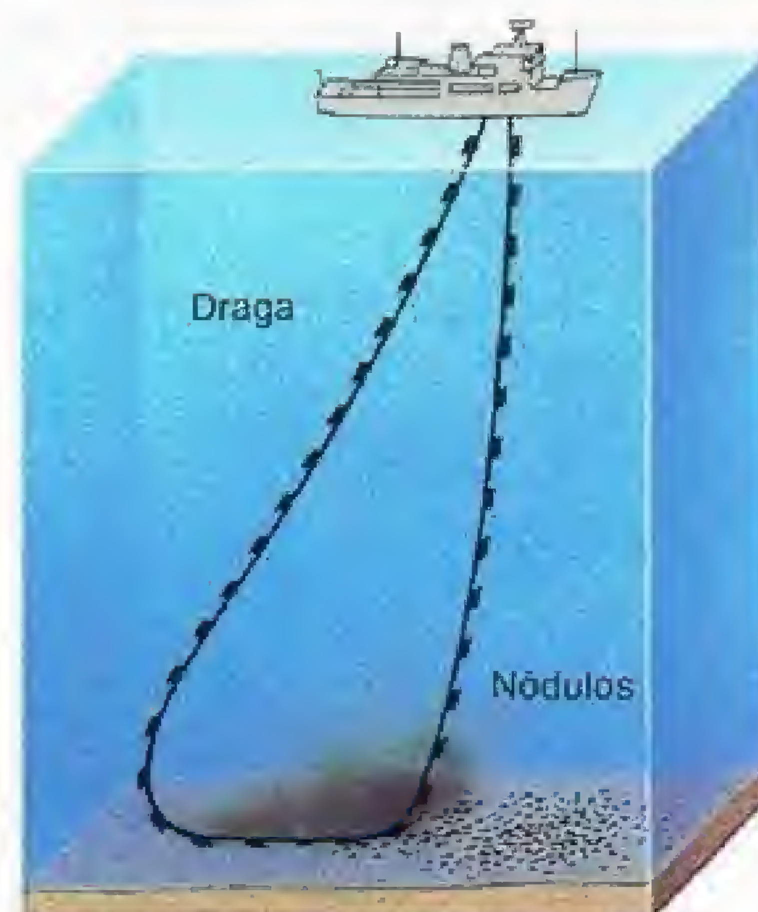







La minería del fondo marino
Grandes zonas de los suelos oceánicos están salpicadas de nódulos minerales del tamaño de un puño. Contienen principalmente manganeso, además de cierta cantidad de cobre, níquel y cobalto; la proporción varía según su localización (mapa, izquierda). Hay proyectos avanzados para la explotación de estos recursos minerales. Uno de estos proyectos consiste en dragar el lecho del Pacífico mediante un sistema gigantesco de dragado por cangilones (abajo).



Los muros en el mar
se han hecho realidad en los últimos años, no físicamente, pero sí legalmente. Las plataformas continentales se han dividido entre las naciones que bordean los mares, dándoles el derecho de explotar los recursos naturales (abajo, Mar del Norte). Los países sin salida al mar o con poco litoral han sido los perdedores.







La Tierra

La Tierra es una sustancia tangible. Pero nada en ella resulta notable a primera vista, por lo que su elevación a uno de los cuatro elementos primarios debió quizá de producirse con poca convicción y sólo porque la materia en estado sólido requería también un lugar entre los elementos primigenios, junto con el gas aire y el líquido agua. No es, pues, sorprendente que ninguno de los primeros filósofos reconociera la importancia fundamental de la Tierra.

No obstante, esto no significa que la corteza terrestre y la materia que contiene no fueran tema de especulación filosófica. Se extrajeron metales del suelo, y la transformación, mediante el fuego incandescente, del mineral gris en metal reluciente inflamó la imaginación del hombre: si la piedra podía convertirse en metal, ¿no se podría transmutar el plomo y otros metales viles en oro?

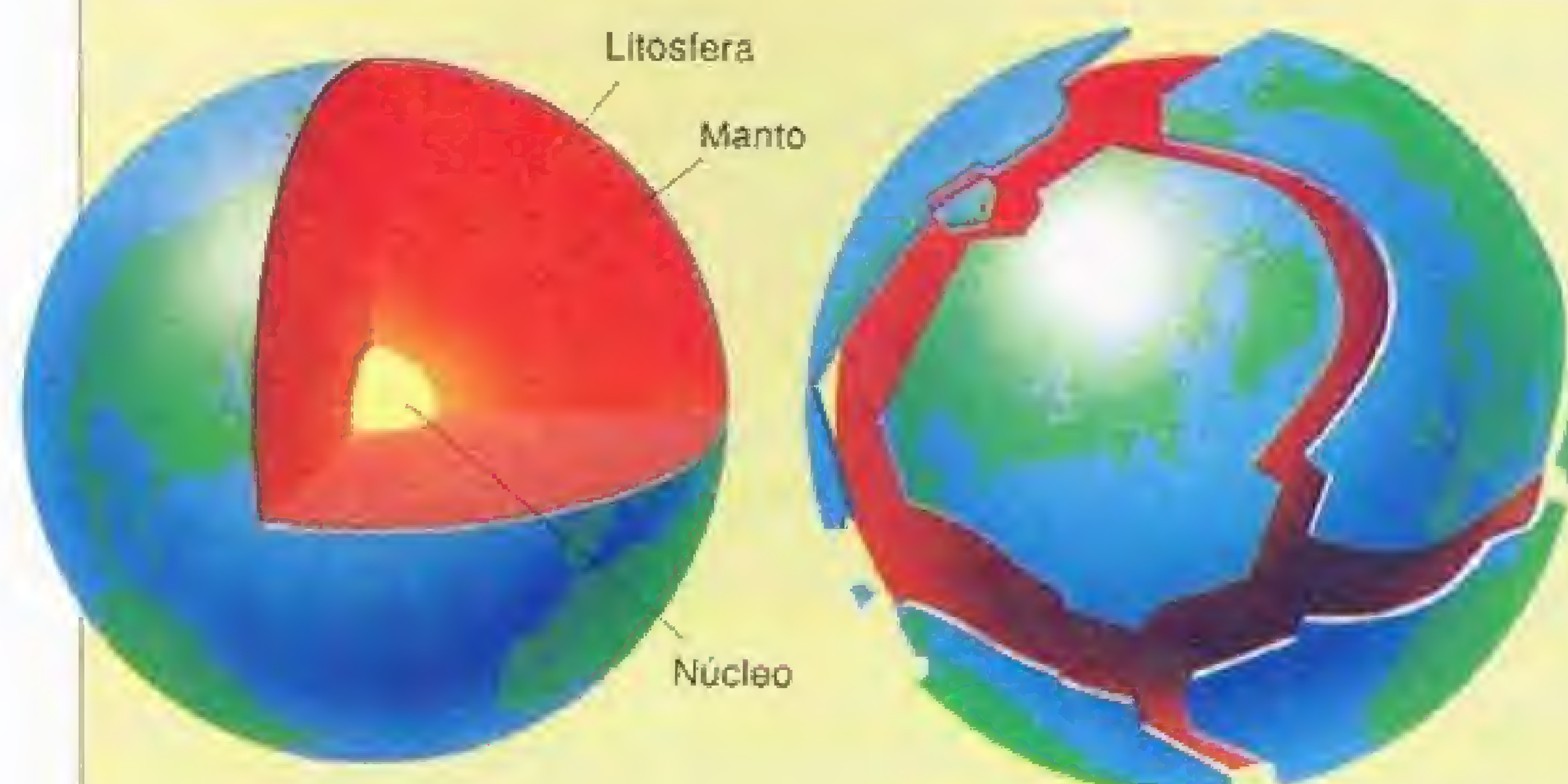
Así nació la alquimia de la antigua Alejandría y pasó a la Europa Medieval a través de los árabes. Las teorías de los alquimistas consistían casi enteramente en especulaciones secretas, aunque sus experimentos prácticos aportaron nuevas técnicas; por ejemplo, la destilación llevó al descubrimiento de nuevos elementos, como el fósforo, y con el tiempo sembró las semillas de la química científica.

La geología, la ciencia de la corteza terrestre, se inició en 1830, cuando el científico inglés Lyell tuvo el valor de afirmar por escrito que nuestra Tierra no había sido creada en el año 4004 a. de C., como afirmaban los eruditos teólogos, sino que tenía en realidad millones de años de antigüedad. La geofísica, la geología y la mineralogía forman la base de un grupo de ciencias especiales a las que se denomina colectivamente ciencias de la Tierra. En nuestra época se ha producido una revolución en la forma de ver la Tierra. La corteza se contempla ahora como un mosaico de placas, con los continentes desplazándose por la superficie del globo. Esta nueva teoría de la «tectónica de placas» nos ha permitido conocer la formación de minerales y menas, aunque también ha obligado a los científicos a revaluar disciplinas aparentemente inconexas, como la paleontología, la ciencia de los animales y las plantas extinguidas.

El hombre mismo se ha convertido en una fuerza geológica, excavando y volando, drenando y rellenando hasta tal punto, que en muchos lugares sus implacables actividades han expuesto al suelo a los estragos de la erosión. El estrato superficial de vida que cubre la corteza de la Tierra, la biosfera, depende esencialmente de la frágil capa de suelo que existe bajo la superficie verde. Nosotros formamos parte de ese estrato vulnerable, aunque solemos olvidarlo, en nuestra búsqueda de beneficios a corto plazo.

La corteza terrestre

La estructura de la Tierra



Debido a las enormes presiones, de cerca de los 3,5 millones de atmósferas, el núcleo interior de hierro de la tierra se encuentra en estado sólido en el centro, a pesar de la temperatura de aproximadamente 5.000 °C. Alrededor de este núcleo hay un manto viscoso de silicatos.

La capa exterior de la litosfera está también formada por silicatos. La superficie de esta capa, la corteza, equivale al glaseado de una tarta. La litosfera se divide en placas rígidas (derecha) que se mueven unas respecto de las otras, activadas por las corrientes del manto.



Alfred Wegener publicó su teoría de la «deriva continental» en 1912. Elaboró esta idea al comprobar que África y América del Sur encajan a lo largo de los límites de su plataforma continental y se han encontrado los mismos fósiles a ambos lados del Atlántico Sur. Sin embargo, esta teoría no fue aceptada universalmente hasta mediados de 1960. Wegener murió durante una expedición a Groenlandia en 1930.



La deriva de los continentes

Los científicos están intentando reconstruir el aspecto de la Tierra durante las primeras eras geológicas con ayuda de los datos paleomagnéticos. Estos datos indican la orientación de las partículas magnéticas de los minerales según el campo magnético de la Tierra en la época en que éstos se formaron. La tarea es ardua y las diversas reconstrucciones difieren con frecuencia en los detalles.



La Tierra hace 300 millones de años
Durante el período Carbonífero los continentes se juntaron. Posteriormente, en la era Mesozoica formaron un supercontinente, el «Pangea» de Wegener.



Hace 180 millones de años
En el Jurásico el supercontinente había comenzado a dividirse. Fue la época de máximo esplendor de los dinosaurios.

Hace 60 millones de años
Al comienzo de la era Cenozoica, tras la extinción de los dinosaurios, el Atlántico Sur era ya un océano abierto. La India se estaba desplazando hacia Asia, aunque Australia estaba todavía unida a la Antártida.



La Tierra hoy
Los contornos de los continentes no han cambiado mucho en 300 millones de años. Sin embargo, su situación actual no es más que la última fase de un proceso de cambio constante. Los estudios de las dorsales (abajo) y de las zonas de fractura han permitido a los científicos descifrar los movimientos de las placas de la corteza.







División de un continente
Los continentes se pueden unir y separar. Este último proceso se está dando a lo largo del Rift Valley (foto). África Occidental y África Oriental se están separando a lo largo de los 4.000 kilómetros de esta falla (arriba). El vulcanismo es común en el Rift Valley. En el futuro, cuando África Oriental, desde el sur de Etiopía al norte de Mozambique, se convierta en un minicontinente, el Rift Valley será un brazo de mar.

Al estudiar cómo se propagan las ondas sísmicas por la Tierra, los científicos han descubierto que su estratificación es vertical. El núcleo de hierro fundido está rodeado de un manto de silicatos viscosos. La corteza de la Tierra tiene un grosor de 20-70 km por debajo de los continentes, aunque éste es sólo de 6-7 km bajo los océanos, es decir, aproximadamente una milésima parte del radio de la Tierra. Junto con el estrato superior del manto, la corteza forma una zona denominada litosfera.

Hace tan sólo veinte años se creía que esta delgada corteza era rígida e inmóvil. Al comienzo del siglo, el climatólogo alemán Alfred Wegener observó que el clima había variado de una manera aparentemente errática en épocas geológicas anteriores. Intentó explicar este hecho postulando que los continentes se habían «desplazado». Durante el Mesozoico anterior, hace aproximadamente doscientos millones de años, toda la masa terrestre formaba un continente único e inmenso, «Pangea», que posteriormente se subdividió. Wegener declaró que los continentes se habían abierto paso a través de la corteza oceánica fija. Con razón, los geólogos se negaron a aceptar esta teoría.

Pero al comienzo de la década de 1960, con nuevos instrumentos, los oceanógrafos comenzaron a medir la gravitación, el magnetismo y la corriente térmica en las dorsales centro-oceánicas. Descubrieron que estas dorsales son fracturas en las que se está continuamente formando nueva corteza oceánica hasta que, posiblemente entre 150 y 200 millones de años después, se desintegra en las fosas oceánicas, lejos de su lugar de origen.

Ahora sabemos que la litosfera se divide en placas relativamente rígidas que se separan entre sí como bloques de hielo en una corriente de agua. Estas placas incorporan bloques de la corteza continental o «cratones». Si bien, en términos geológicos, los lechos marinos son recientes y están formados por rocas volcánicas homogéneas, los continentes son antiquísimos y están formados por diferentes tipos de rocas. Se han dividido y colisionado repetidas veces, y a sus flancos se han fijado fragmentos de sedimentos y rocas oceánicas. Estos movimientos han producido pliegues, fallas y volcanes en la periferia de los continentes. Esta nueva teoría de la tectónica de placas ha producido una auténtica revolución en geología.

Desde hace 200 años se están realizando estudios científicos de la estructura de los continentes, que han aportado importantes conocimientos sobre los orígenes de las rocas y los suelos. Ya en el siglo XVIII se conocía cómo las rocas magmáticas surgen del interior de la Tierra, cómo se alteran y cómo los fragmentos minerales forman sedimentos lejos de las rocas originales. Con el tiempo, procesos químicos unen estos fragmentos formando rocas sedimentarias. Las altas presiones y temperaturas de las zonas de colisión de la corteza pueden convertir las rocas sedimentarias en rocas metamórficas. Si éstas se elevan a la superficie y se exponen a los efectos de la meteorización, comienza de nuevo todo el ciclo geológico: transporte, sedimentación, consolidación y metamorfosis. En tierra este ciclo es fragmentario y errático en comparación con la inmensa maquinaria geológica de los océanos.

Movimientos verticales de la corteza

Los movimientos a gran escala de la corteza terrestre son casi enteramente horizontales, aunque los cambios locales son con frecuencia verticales. Estos extraen su fuerza motriz principalmente de los movimientos horizontales de las placas, aunque pueden producirse a gran distancia de sus límites.
Los mecanismos de las fallas geológicas (derecha) se estudiaron con detalle mucho antes de que los geólogos comprendieran o incluso sospecharan la existencia de movimientos de las placas.

Fallas, *horsts* y *grabens*
Una falla ordinaria (arriba, derecha) se produce mediante movimientos verticales a ambos lados de una línea de falla. Los *horsts* (medio) surgen cuando un bloque largo y estrecho de roca es impulsado hacia arriba, mientras que un *graben* (abajo) se forma cuando se hunde el bloque de roca madre. Estas ilustraciones están estilizadas. En la realidad, los contornos de los bloques quedarían suavizados por la degradación de las vertientes.



Falla

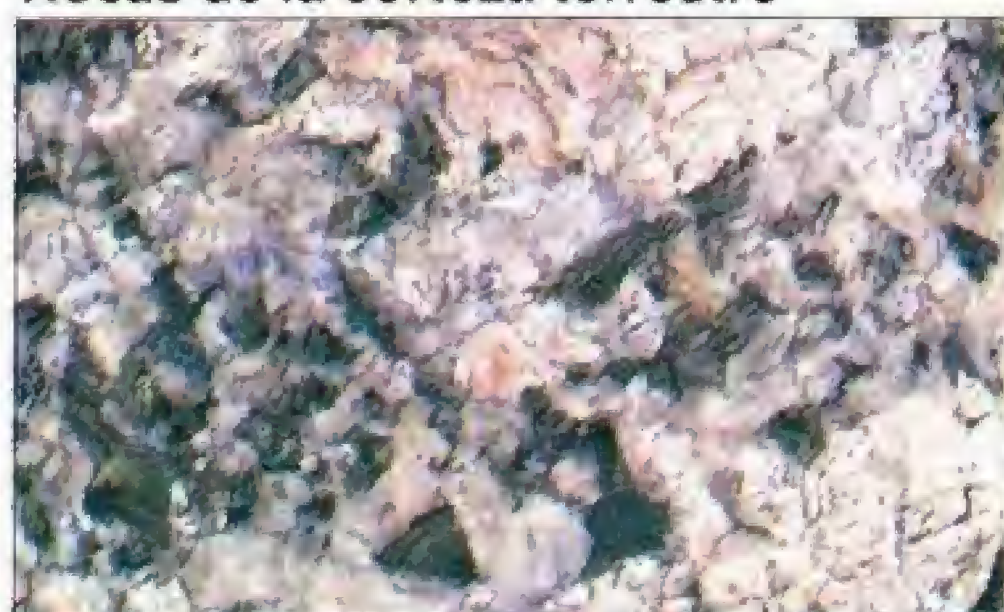


Horst



Graben

Rocas de la corteza terrestre



Las rocas magmáticas
se forman cuando surge el magma fundido de la capa superior de la Tierra. En la fotografía se aprecia una roca de granito, de grano grueso. Cuando el magma sale a la superficie se le denomina lava.

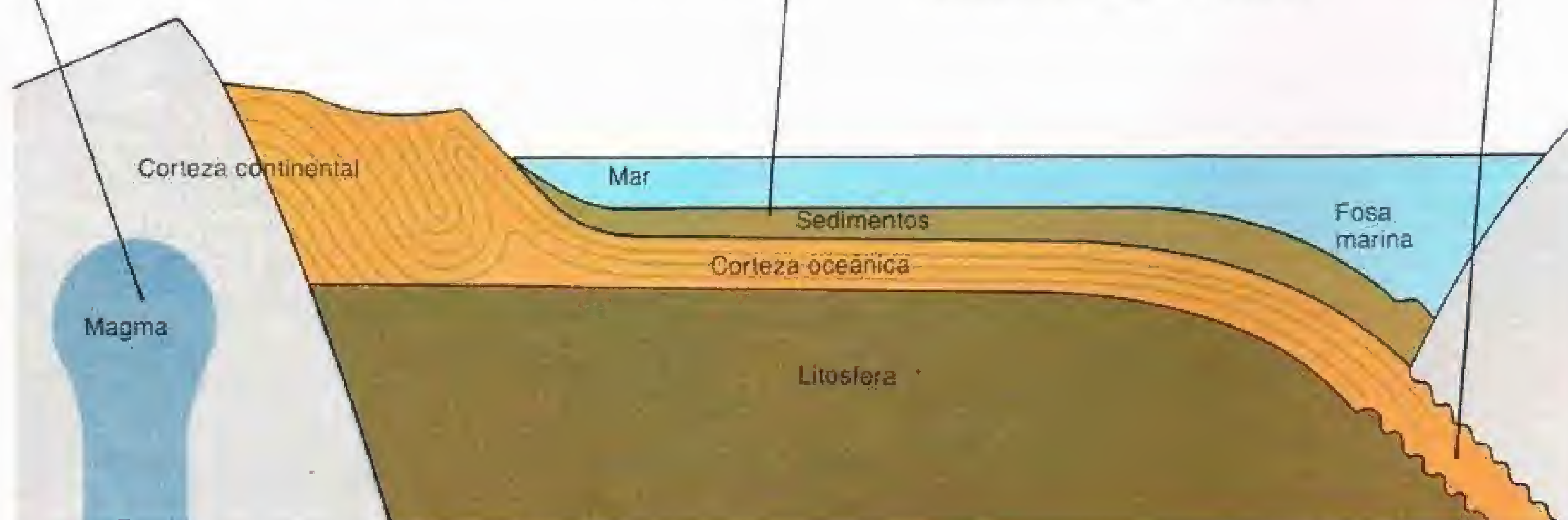


Las rocas sedimentarias
se suelen depositar en el agua. Esta caliza del Jurásico tiene una estructura claramente estratificada.



Las rocas metamórficas
(gneis en la fotografía) se forman al transformarse las rocas magmáticas o sedimentarias debido a altas presiones y/o altas temperaturas.

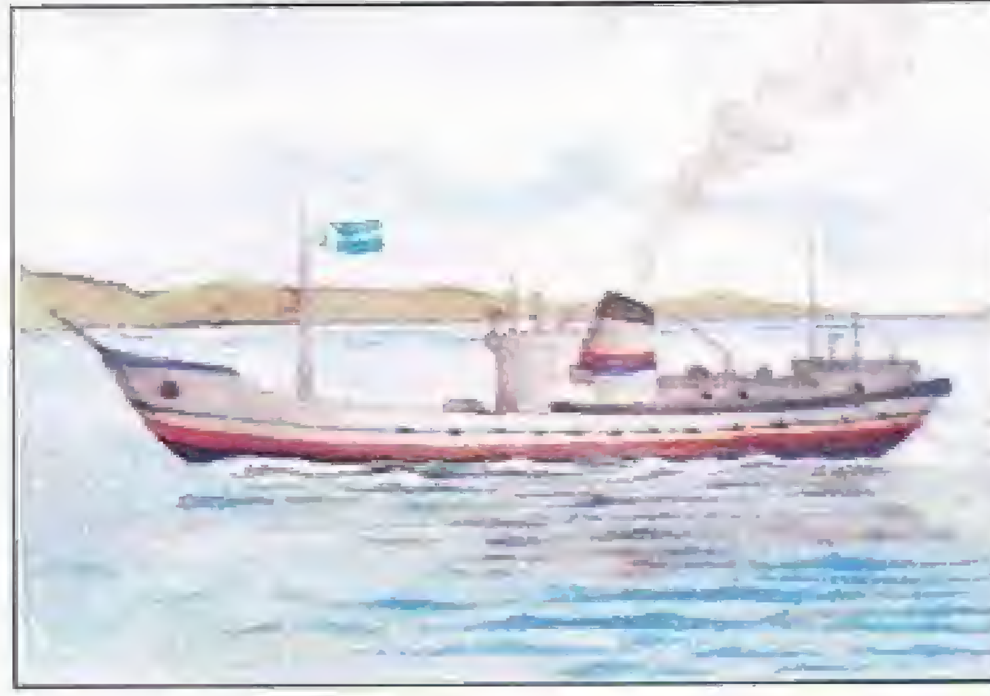
Formación de los tipos de roca
A diferencia de la corteza oceánica, homogénea, la corteza continental está formada por parches de tipos de rocas de diferentes períodos y diferentes orígenes. Las rocas magmáticas son las más primitivas, aunque no siempre las más antiguas. Los otros tipos de rocas, a excepción de las formaciones orgánicas como el carbón, son productos secundarios de los fenómenos de erosión, transporte, depósito y transformación de rocas más antiguas. Debido a los movimientos de la corteza, estas rocas pueden encontrarse lejos de sus lugares de formación. Su estructura y composición dan a los científicos pistas para determinar su origen.



La dinámica terrestre



Las zonas interiores de los continentes
se alzan en torno a grandes bloques de granito que desde hace tiempo no han sufrido alteraciones por efecto de los procesos geológicos más espectaculares. Consecuentemente, las rocas continentales son las más antiguas del mundo, con una antigüedad de hasta 3.800 millones de años.

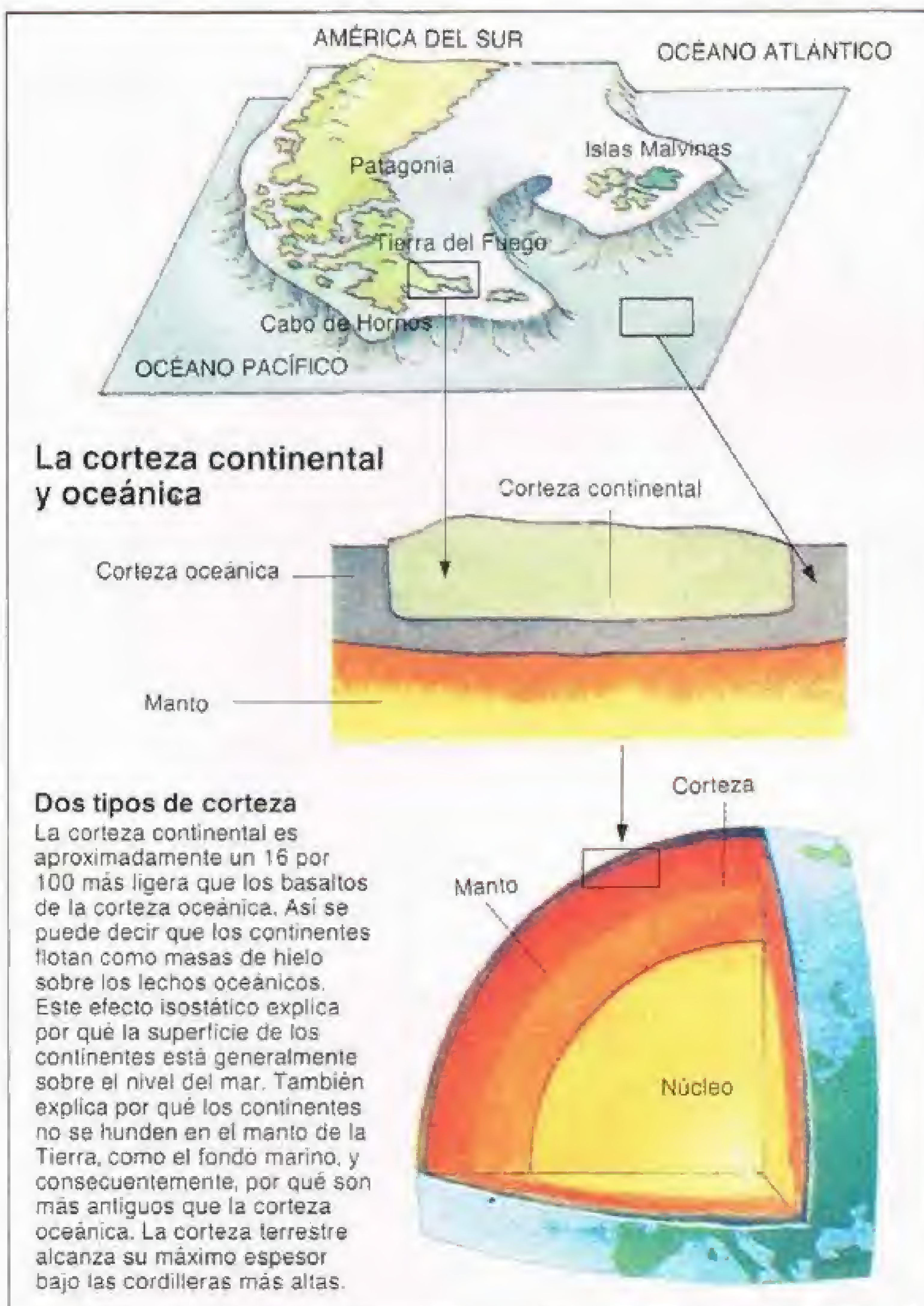


Las aguas poco profundas situadas sobre las plataformas continentales
son, en realidad, continentes inundados. Algunas de estas zonas marítimas fueron tierra seca en épocas anteriores, mientras que en otras partes el mar cubría zonas que actualmente forman parte de los continentes. Pequeñas variaciones del nivel del mar producen cambios importantes en el litoral.



Las dorsales centro-oceánicas
son zonas en las que la corteza se está renovando constantemente. El vulcanismo activo hace a veces surgir partes de tales dorsales sobre la superficie del mar. Ejemplos típicos son Islandia, la Isla de Ascensión y Tristán da Cunha.





La corteza continental y oceánica

Dos tipos de corteza

La corteza continental es aproximadamente un 16 por 100 más ligera que los basaltos de la corteza oceánica. Así se puede decir que los continentes flotan como masas de hielo sobre los lechos oceánicos. Este efecto isostático explica por qué la superficie de los continentes está generalmente sobre el nivel del mar. También explica por qué los continentes no se hunden en el manto de la Tierra, como el fondo marino, y consecuentemente, por qué son más antiguos que la corteza oceánica. La corteza terrestre alcanza su máximo espesor bajo las cordilleras más altas.

Cómo se renueva la corteza



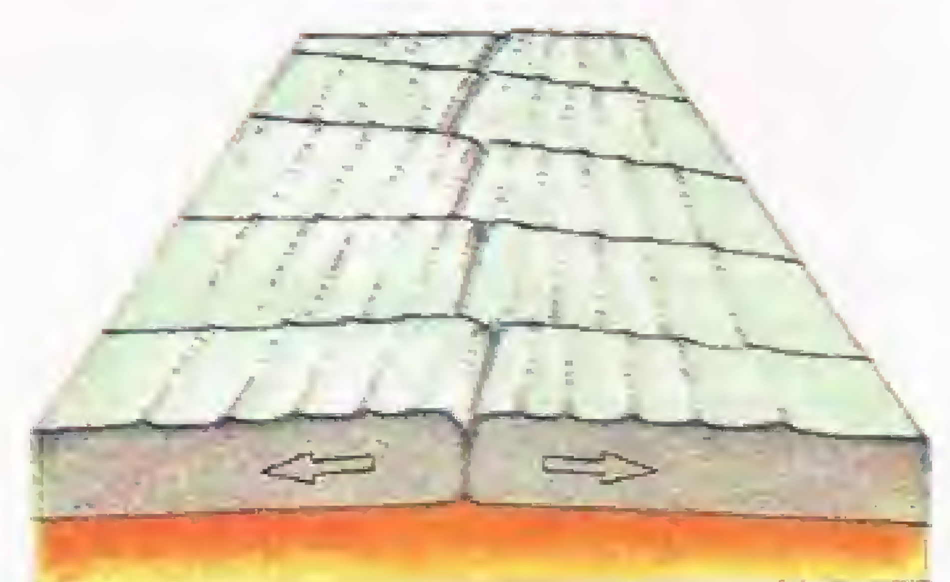
La nueva corteza se forma donde dos placas se separan debido a los movimientos del manto subyacente, formado por magma líquido. Esta renovación tiene lugar principalmente en las dorsales centro-oceánicas, aunque también puede producirse en los puntos de separación de los continentes.



La fractura que se forma entre las placas es rellenada inmediatamente por el magma que surge del manto inferior. La corteza oceánica está formada por estas rocas de lava, que desarrollan forma de almohadilla al endurecerse rápidamente bajo el agua.



Entre tanto continúan los movimientos del manto, repitiéndose el proceso con gran rapidez: se forman fracturas, se rellenan, se vuelven a formar...



Debido a este proceso continuo, la corteza oceánica se compone de largas franjas de rocas formadas simultáneamente que van paralelas a las dorsales. Ésta tiene con frecuencia un valle central, donde se encuentra la fisura. Las zonas de fracturas transversales se extienden hacia el exterior. A lo largo de estas zonas, la corteza se desplaza ligeramente, ya que los movimientos del manto no tienen la misma amplitud en todos los puntos de la cadena.

El movimiento de los continentes en la superficie de la Tierra no es más que una consecuencia del fenómeno denominado expansión de los fondos oceánicos, que se inicia en las dorsales centro-oceánicas, donde se está continuamente formando corteza oceánica. Posteriormente, la corteza se aleja de la zona de expansión a una velocidad de 1 a 10 centímetros por año. Al principio, la lava marina recién formada está totalmente desnuda, aunque gradualmente se va cubriendo de sedimentos. Así, un lecho marino recién formado cerca de la zona de expansión tiene sólo una fina capa de sedimentos, mientras que las partes más antiguas y más alejadas pueden estar cubiertas por varios kilómetros de sedimentos. Debido a su propio peso, estos sedimentos se comprimen, formando rocas sedimentarias como el gres.

Al mismo tiempo que la placa oceánica se renueva en las zonas de expansión, se está desintegrando en las zonas de subducción o consumo, que se encuentran en las fosas oceánicas, las mayores profundidades de los océanos. Aquí la placa se comprime bajo la placa adyacente y finalmente se funde en el manto viscoso de la Tierra. Este «consumo» de corteza oceánica explica por qué no se ha encontrado jamás un lecho marino con sedimentos de una antigüedad superior a los 135 millones de años.

En comparación, las capas continentales de granito son casi inexplicablemente antiguas: entre una cuarta y una tercera parte de la edad que se supone que tiene el universo. Se cree que estas capas serían las bases erosionadas de antiguas cordilleras. Durante millones de años los continentes se han ido formando en torno a ellas, a medida que los movimientos de las placas han ido apilando sedimentos y fragmentos de la corteza oceánica en las áreas adyacentes. Posteriormente, estas formaciones se han plegado, han sufrido metamorfosis y se han mezclado con rocas procedentes del manto. Al mismo tiempo, en las cuencas interiores y en las plataformas continentales se han depositado sedimentos sobre ellas. Así pues, geológicamente, los fondos de continentes y océanos son enteramente diferentes.

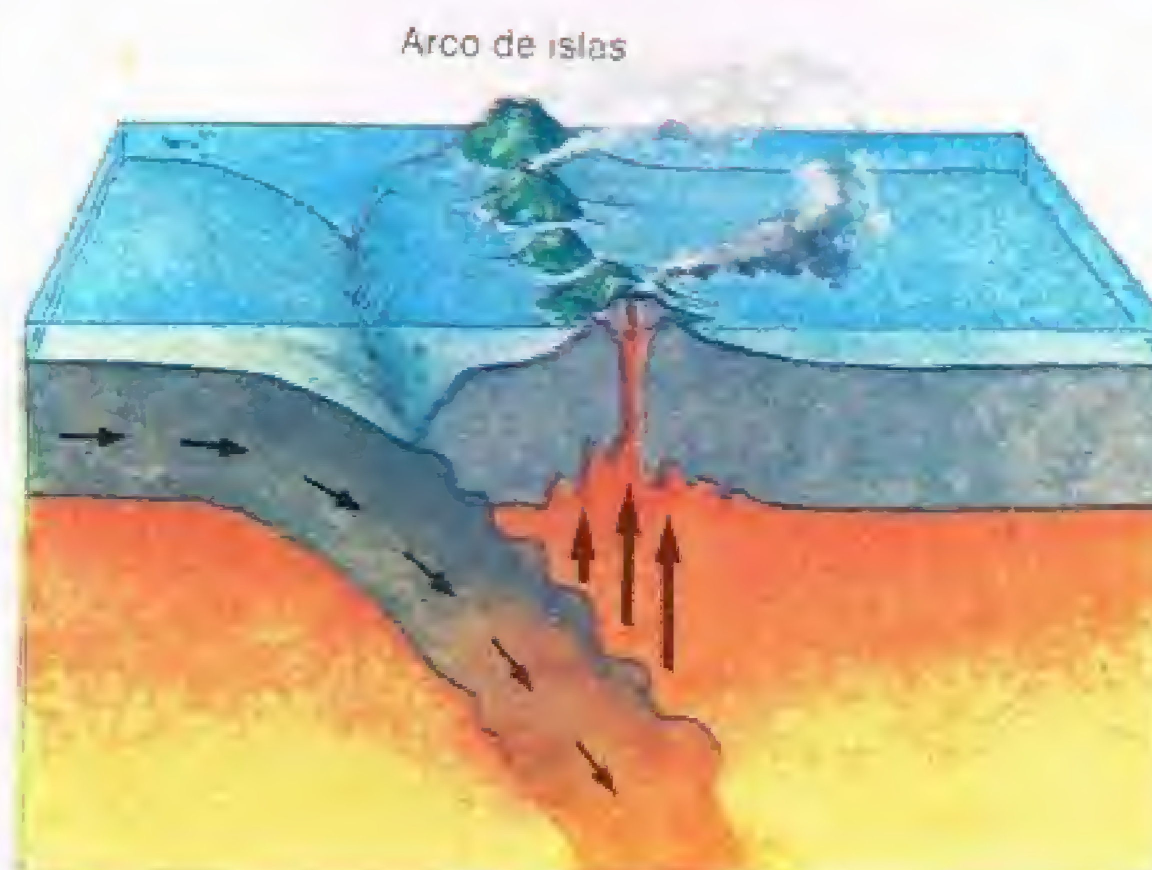
Todos los terrenos importantes son resultado de la interacción de las placas. Los temblores de superficie se producen cuando dos placas adyacentes se desplazan en direcciones contrarias, como sucede a lo largo de la falla de San Andrés en California. Los terremotos profundos se producen cuando una placa penetra en el manto a un ángulo de aproximadamente 45 grados. Consecuentemente, los temblores más profundos se producen a distancias considerables por debajo de la placa superior, a veces a una profundidad de más de 700 kilómetros. Tanto los terremotos de superficie como los profundos tienen sus centros reales muy por debajo de la superficie. Por importantes que sean los destrozos en el epicentro de la superficie, no es más que un simple reflejo de lo que ha sucedido en la profundidad de las entrañas de la Tierra.

El vulcanismo es un fenómeno bastante común en todo el sistema solar, aunque parece que los procesos tectónicos sólo se dan en la Tierra. Los científicos del futuro tendrán que determinar cuáles son las características especiales de la estructura interior de la Tierra que le dan a nuestro planeta este estatus único.



Las zonas de subducción
son puntos en los que la corteza oceánica se desintegra. Si se encuentra en mar abierto, el resultado es un arco de islas volcánicas; si se encuentra pegada a un continente, se forma una cadena montañosa como Los Andes.

Subducción
Cuando la capa es arrastrada hacia el interior del manto se producen los terremotos profundos.



Cuando la placa se funde, las partes más ligeras de la masa fundida se elevan y pasan a engrosar la placa continental por abajo, produciendo una elevación isostática. También producen los fenómenos volcánicos.

La meteorización

Meteorización es el término común que denomina una serie de procesos mecánicos y químicos que descomponen la roca y el suelo. Casi todos ellos están regulados hasta cierto punto por el clima. Las precipitaciones y las temperaturas son factores claves que, junto con la dureza y la composición química de rocas y suelo, determinan el desarrollo del proceso de meteorización.

Meteorización mecánica

En los climas fríos, la acción del hielo constituye la forma más común de meteorización. Los cambios de temperatura hacen que el pequeño contenido de humedad de las rocas y del suelo se hiele y se deshiele alternativamente. La acción del hielo se producirá únicamente donde las temperaturas totales varíen por encima o por debajo de cero grados y donde haya agua en estado líquido.

La presión de los cristales de hielo que se crean puede romper peñascos y la roca madre. Hay otros tipos de cristales que pueden tener los mismos efectos. Todas las aguas superficiales y subterráneas contienen sales disueltas procedentes de la lixiviación de minerales y suelos. Cuando se evapora la humedad, los cristales de sal pueden partir las rocas porosas.

Esta acción destructora de la sal se da especialmente en el gres y en las regiones desérticas donde la evaporación es excepcional. Hasta en las condiciones más áridas las rocas tienen suficiente humedad para provocar estas fisuras. Este proceso no sólo ataca a las rocas, sino también a los edificios. En épocas modernas la construcción de presas y de regadíos a gran escala han elevado el nivel freático del valle del Nilo, hasta el punto de que sus antiguos monumentos están siendo dañados por el agua salina que se infiltra por la piedra porosa. También en las ciudades europeas la sal está dañando los cimientos de edificios históricos. La sal penetra en la construcción a través de la humedad del suelo que le rodea, cristalizando posteriormente.

Los cambios extremos de temperatura entre el día y la noche pueden destrozar las rocas por el proceso continuo de dilatación y contracción que se produce. Es un fenómeno común en el desierto donde, debido a la sequedad del aire, la diferencia entre las temperaturas del día y de la noche es elevada. Consecuentemente, este tipo de destrucción se debe más a la ausencia que a la presencia de humedad. Una forma de meteorización mecánica secundaria es el efecto destructor de las raíces en crecimiento.

Meteorización química

Se produce principalmente cuando los ácidos débiles de las aguas de superficie y subterráneas disuelven diferentes minerales. Cuando el dióxido de carbono se disuelve en el agua, una parte se combina con el agua, produciendo ácido carbónico, H_2CO_3. Este ácido a su vez disuelve el carbonato de calcio de la piedra caliza. La circulación del agua en esta roca permeable puede dar lugar a cuevas y túneles. Cuando se evapora el agua calcárea, el carbonato de calcio se vuelve a precipitar en formaciones calizas. En las regiones con roca madre caliza y abundantes precipitaciones este tipo de meteorización se asocia con los paisajes cársticos (que reciben el nombre de la antigua provincia de Karst, en la frontera italo-yugoslava), con simas, dolinas, poljes y cavernas.

En los lugares donde el aire está contaminado las construcciones calizas se ven dañadas cuando el ácido sulfúrico presente en el



Paisaje cárstico

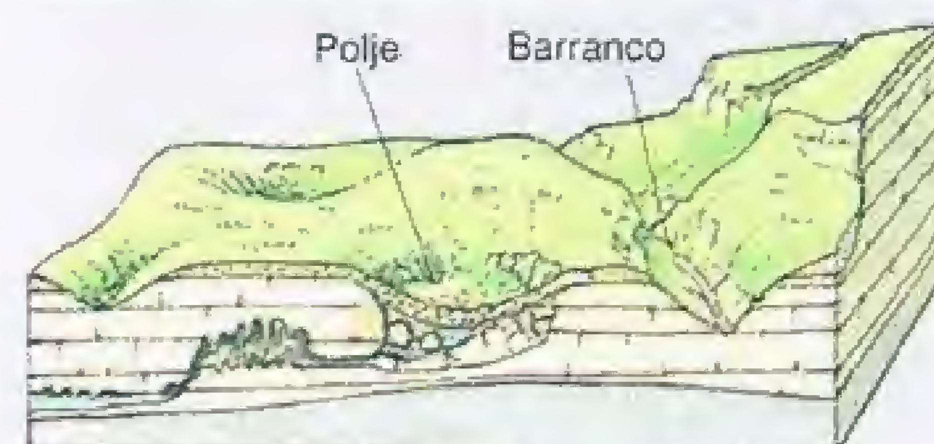
El agua se infiltra fácilmente en la piedra caliza. Los ácidos débiles del agua disuelven la cal, provocando la creación de cuevas y las formaciones características del paisaje cárstico. Los procesos cársticos han desempeñado un papel importante en la formación del paisaje del sur de China. Durante muchos siglos ha sido un motivo favorito de los paisajistas chinos (izquierda: detalle de un paisaje de la dinastía Ming, 1368-1644). Abajo: análisis del desarrollo de un relieve cárstico.



Debido a la permeabilidad de la roca madre y a la rapidez de la meteorización química, las corrientes de agua circulan principalmente bajo tierra. Desaparecen en las dolinas en forma de embudo y en los sumideros del suelo.



El ácido del agua ensancha las grutas calcáreas. El agua calcárea que cae gota a gota forma las estalactitas del techo de la gruta y las estalagmitas de su suelo.



Las dolinas se van ensanchando poco a poco: al derrumbarse los sistemas de grutas se producen poljes en forma de ollas. Precipicios y simas con superficies calizas al descubierto son otros de los rasgos característicos del paisaje cárstico.

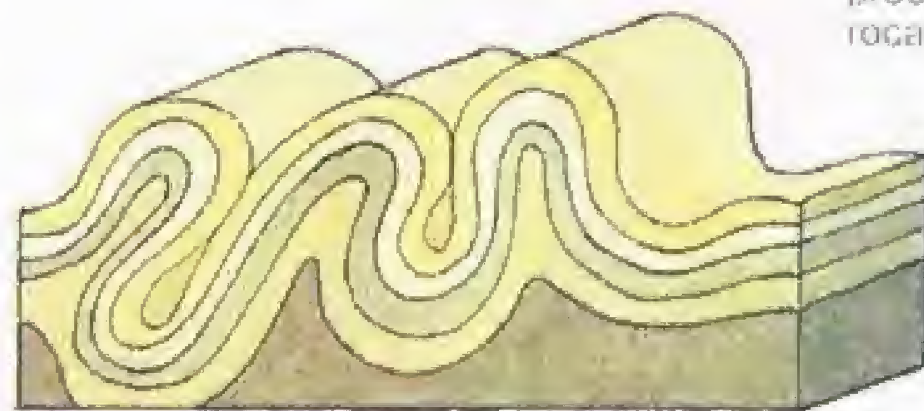
aire descompone la piedra. La Acrópolis, la colina ciudadela de Atenas, amenaza con desintegrarse, y las autoridades están actualmente estudiando la posibilidad de trasladar estos edificios a un museo con aire purificado y levantar modelos de plástico en su emplazamiento original, solución que parece menos costosa que intentar limpiar la atmósfera de la capital griega, famosa por su contaminación.

Los ácidos orgánicos, formados en una capa superficial de humus, son un factor importante de los climas húmedos. No sólo los ácidos destruyen la piedra, la oxidación (el impacto del oxígeno del aire) y la hidrólisis (la disolución de los minerales de las rocas en el agua) son también causa de fenómenos de meteorización. El feldespato y la mica de los tipos de granitos más duros se pueden quebrar y provocar la desintegración de la piedra. El feldespato y la mica se transforman en hidróxidos de hierro y aluminio y en silicatos de alúmina hidratados, minerales de arcilla que forman el caolín y la bauxita. Del granito no quedan más que unos granos sueltos de cuarzo, que pueden sedimentarse y convertirse en rocas. Cuando la meteorización vuelve a atacar a estas rocas se completa el ciclo geológico.

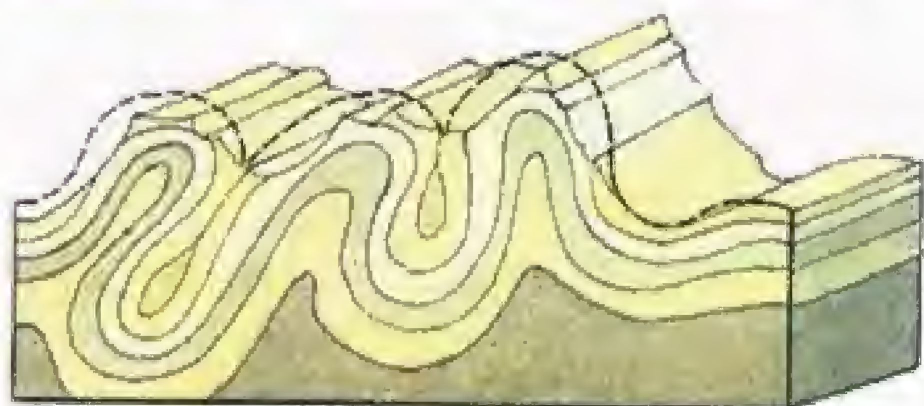
En la naturaleza, el proceso de la meteorización es tan lento que resulta difícil percibirlo. Su importancia, sin embargo, es tremenda, ya que constituye la primera etapa de la denudación, la nivelación del paisaje. Los materiales procedentes de la meteorización forman también suelos que a su vez son esenciales para la existencia de la vegetación y la vida animal en la tierra. La meteorización ha sido un factor de importancia fundamental en la creación de medios de vida en nuestro planeta.

Pliegues y denudación

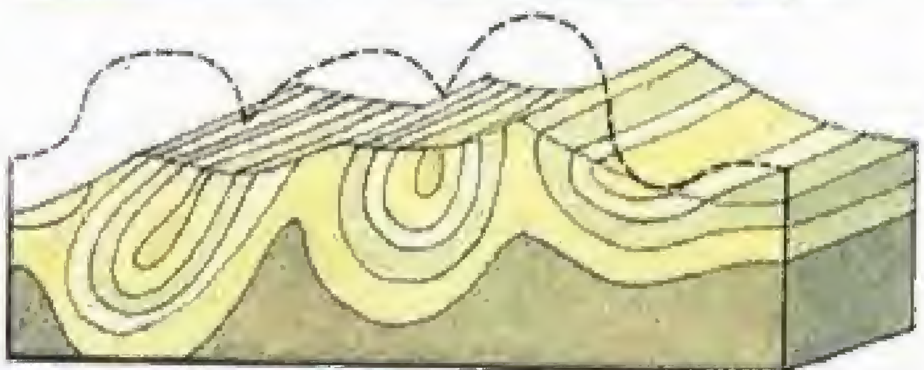
La historia de la superficie de la Tierra constituye una lucha continua entre fuerzas constructivas y destructivas. Los procesos de construcción más importantes son las elevaciones y los pliegues, mientras que los procesos desintegradores principales son la meteorización y la erosión.
La desintegración forma parte de un proceso denominado denudación, que, a lo largo de las épocas geológicas reduce las más altas montañas a simples colinas (abajo). La meteorización posibilita este proceso al destruir hasta los tipos de rocas más duros.



Las fuerzas horizontales de la corteza terrestre pliegan los estratos de rocas sedimentarias, anteriormente nivelados. El diagrama es esquemático, en realidad no se producen relieves de este tipo.

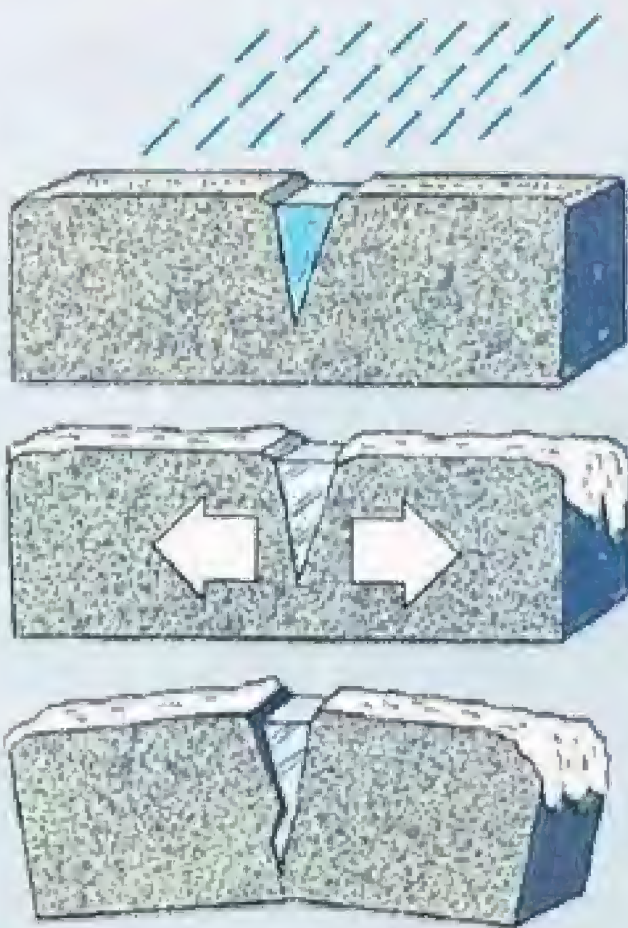


...puesto que la denudación se produce al tiempo que los pliegues y las elevaciones. La rápida elevación y la erosión producen un relieve alpino con precipicios, cordilleras y picos espectaculares.

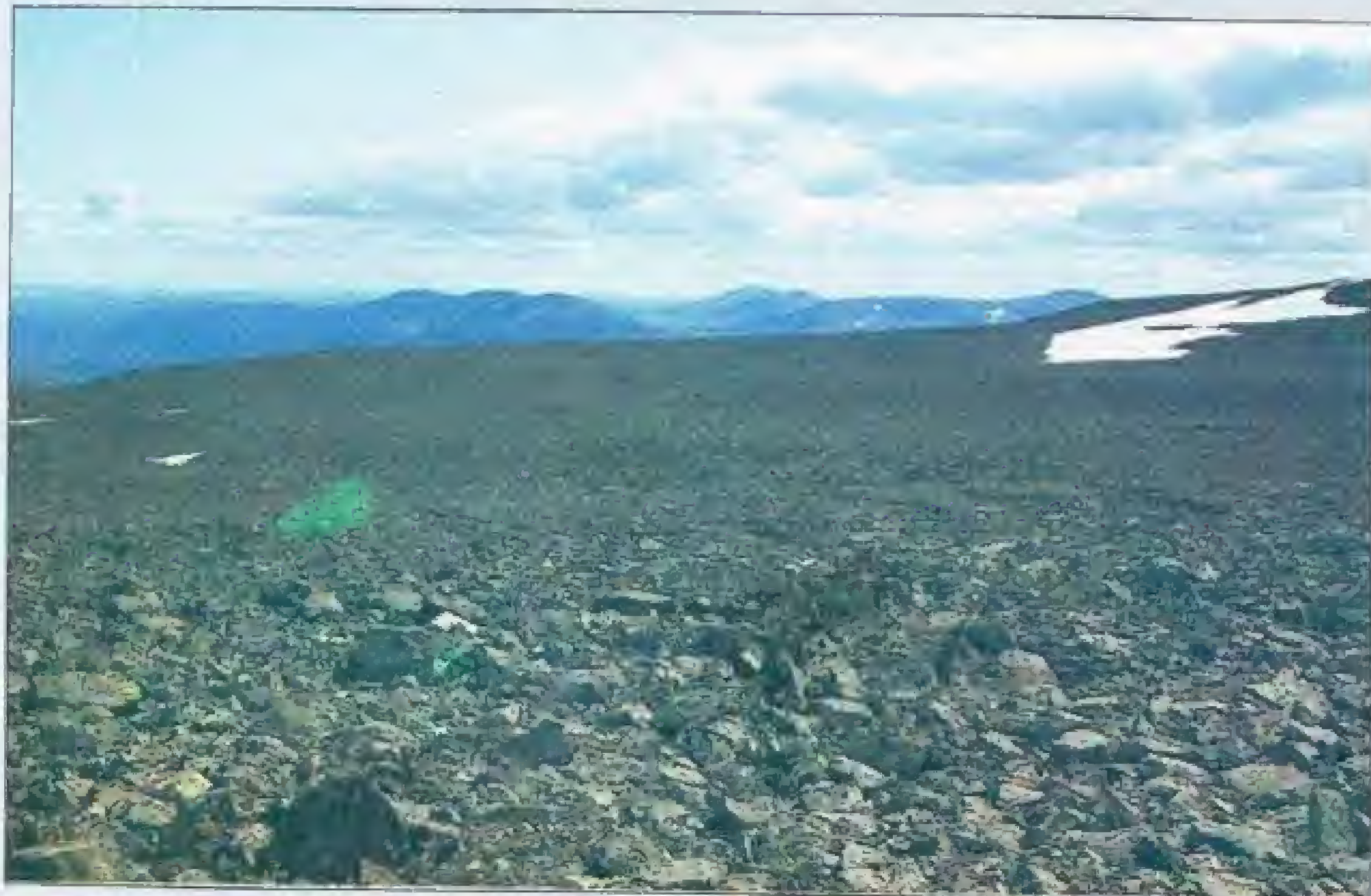


El resultado final de la denudación es un relieve bajo y ondulado, cuyos puntos más altos son en muchos casos inferiores a los de la cordillera original (línea de puntos).

La acción del hielo



El volumen del agua aumenta en un 9 por 100 al helarse, cualidad única entre los fluidos naturales. De esta manera, el agua existente en las grietas y en los poros de la piedra puede deshacer y partir tanto la roca madre como otras rocas (izquierda). En las regiones rocosas con fuertes variaciones de temperaturas, la acción del hielo produce canchales o «felsenmeers», amplias zonas formadas por pequeños cantos y otras piedras menores.



La meteorización en los trópicos

En los climas cálidos y húmedos, los procesos de meteorización penetran hasta 80 metros o más por debajo de la superficie crean con frecuencia un suelo rojo y ferruginoso de laterita (derecha). Un «inselberg» de reciente aparición revela los resultados de la meteorización en épocas de mayor humedad, en forma de bloques redondeados y superficies rocosas (abajo).

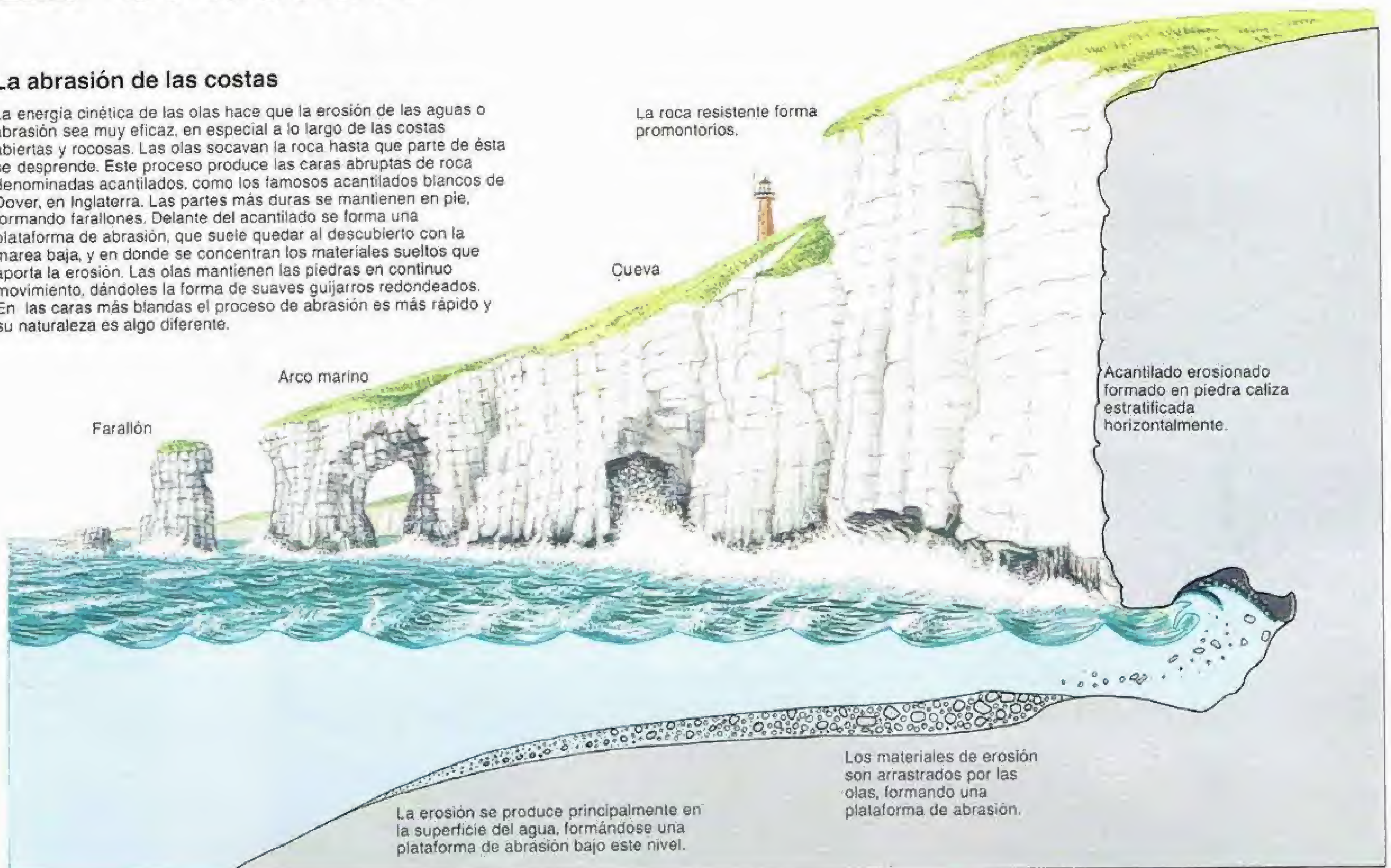




La erosión

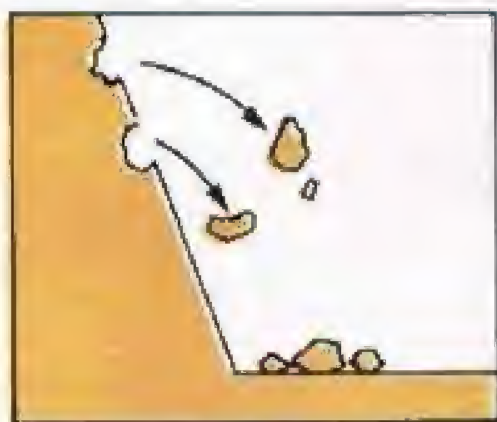
La abrasión de las costas

La energía cinética de las olas hace que la erosión de las aguas o abrasión sea muy eficaz, en especial a lo largo de las costas abiertas y rocosas. Las olas socavan la roca hasta que parte de ésta se desprende. Este proceso produce las caras abruptas de roca denominadas acantilados, como los famosos acantilados blancos de Dover, en Inglaterra. Las partes más duras se mantienen en pie, formando farallones. Delante del acantilado se forma una plataforma de abrasión, que suele quedar al descubierto con la marea baja, y en donde se concentran los materiales sueltos que aporta la erosión. Las olas mantienen las piedras en continuo movimiento, dándoles la forma de suaves guijarros redondeados. En las caras más blandas el proceso de abrasión es más rápido y su naturaleza es algo diferente.



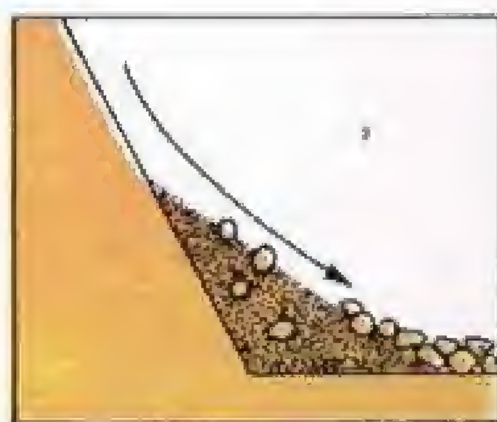
Roca, suelo y gravedad

Cuando la meteorización o la excesiva humedad reducen la cohesión de una vertiente, la fuerza de la gravedad puede hacer que se desplace. El proceso de destrucción de vertientes puede variar según la naturaleza de los materiales (roca, peñascos, suelo húmedo o seco) y el ángulo de inclinación. Cuando los materiales son secos y la pendiente es suave, el proceso suele ser lento. La reptación y la solifluxión pueden producirse de manera casi imperceptible, cosa que sucede hasta cierto punto en todas las vertientes. Por otro lado, las caídas o los deslizamientos se producen de manera repentina y violenta. Si se dan en un área habitada, la pérdida de vidas y propiedades puede ser enorme. Los deslizamientos de tierra pueden producirse en vertientes muy suaves. Cuando el contenido de humedad en materiales de grano muy fino, especialmente arcillas, se eleva por encima de determinado límite, la cohesión de esos materiales disminuye de manera espectacular.

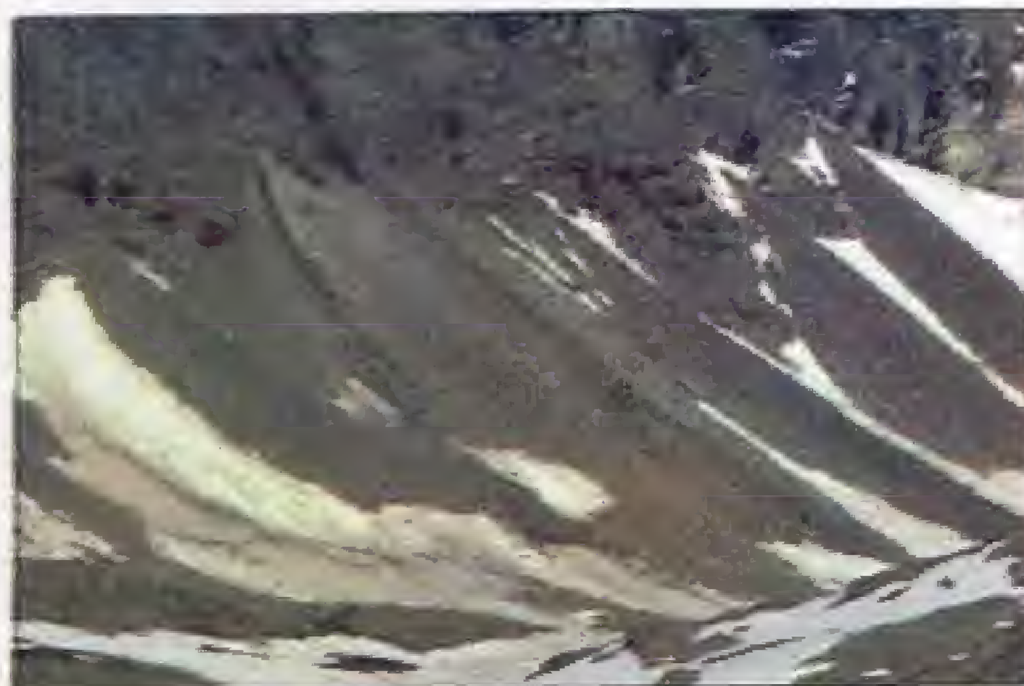


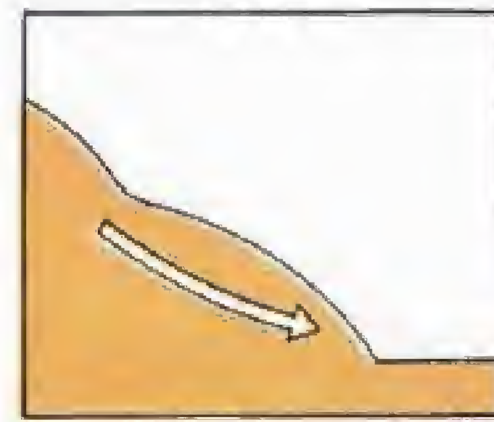
En una caída se desprenden rocas o toda la cara de un acantilado. Suele suceder en vertientes muy abruptas.





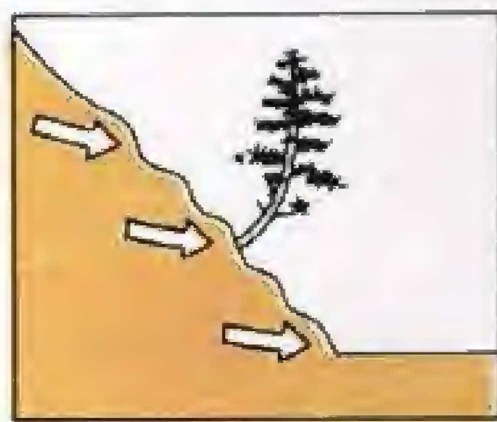
Cuando pequeños deslizamientos continuados acumulan derrubios al pie de una vertiente abrupta se forma un talud. La «pendiente de reposo» es de aproximadamente 35º, según el material.





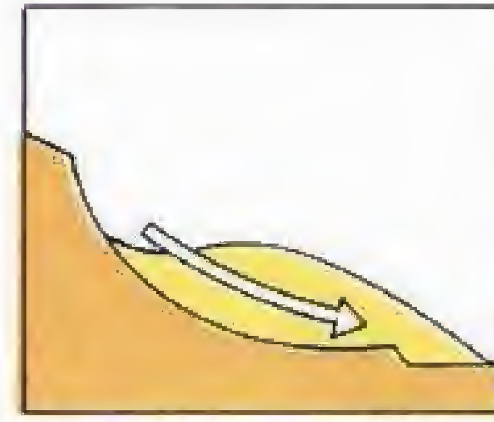
La solifluxión es un fenómeno común en las regiones polares donde el suelo por encima del *permafrost* se satura de agua en verano.





La reptación en suelo suelto pueden crear barrancos profundos (derecha). Árboles y postes pierden la vertical.





Los deslizamientos se producen cuando la humedad de los suelos excede cierto límite, transformando abruptamente el suelo en una colada de barro.



La erosión forma parte de un proceso extenso que los geólogos denominan denudación, la ablación del suelo por las fuerzas del viento, del hielo y del agua. La denudación provoca el descenso gradual del nivel del suelo. Se ha calculado que tiene lugar a una media de 50 a 90 metros por millón de años, al menos en la actual época geológica.

La denudación comprende toda una serie de procesos. Las condiciones climáticas provocan la desintegración por meteorización, al desgajarse de la roca madre partículas y otros fragmentos mayores. La gravedad, el agua, el hielo y los fuertes vientos arrastran estos materiales sueltos y se produce la erosión cuando las partículas y el medio que las lleva desgastan la superficie del suelo. Se podría describir a la denudación como el resultado total de la meteorización, de la destrucción de las vertientes y de la erosión.

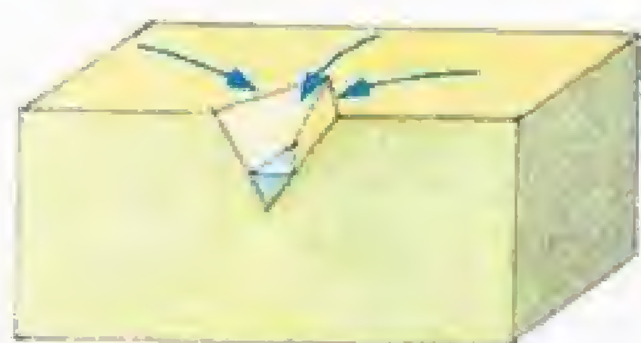
La erosión fluvial es la más importante, por lo que las fuertes precipitaciones producen una grave erosión. La inclinación de las laderas aumenta la energía cinética del agua, intensificando el proceso de erosión, tal como sucede en los Alpes y en el Himalaya. El material suelto que transportan ríos y arroyos se deposita antes o después en los deltas o en las cuencas de sedimentación, justo donde la velocidad de la corriente de agua ha disminuido hasta el punto de que el material suelto deja de moverse.

El proceso de erosión no se ha desarrollado al mismo ritmo en las diferentes épocas geológicas. Durante largos períodos los continentes fueron bastante más planos que en la actualidad, debido a que las cadenas montañosas o no se formaban, o cuando lo hacían era muy lentamente. Durante otras épocas, en las que las placas de la corteza terrestre colisionaban entre sí, se plegaron algunas cadenas montañosas y grandes zonas de los continentes se elevaron en relación al nivel del mar, volviendo a aumentar la erosión. En las regiones áridas ha predominado la erosión del viento, mientras que en las polares es el lento avance del hielo de los glaciares lo que constituye el elemento de erosión, aunque el factor principal a escala global ha sido siempre el agua corriente.

La circulación del agua, tanto en los pequeños arroyos como en los grandes ríos, desgasta la superficie formando grietas características en forma de V. Los glaciares esculpen un valle más ancho, con un perfil en forma de U. Los lados de los valles son posteriormente suavizados por la destrucción de las vertientes, especialmente en los climas húmedos. Los contornos del paisaje se van suavizando hasta nivelarse finalmente en una llanura. Para entonces la denudación puede haber bajado el nivel del suelo hasta el punto de que el lento fluir de los ríos no sea ya suficiente para proseguir la erosión. Esta penillanura es el producto final de la denudación.

La superficie de la Tierra no ha estado nunca reducida a una gran penillanura, ya que en épocas pasadas los nuevos movimientos de elevación de la corteza terrestre aumentaban la circulación del agua, transformando apacibles ríos en feroces torrentes, volviendo a acelerar el proceso de erosión. Esta batalla entre las fuerzas desintegradoras de la atmófera y de la hidrosfera, y las fuerzas constructivas de la corteza durará mientras el calor interior de la Tierra sea suficiente para mantener los procesos tectónicos.

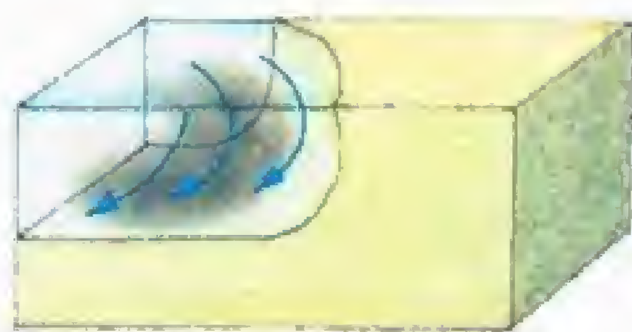
Agentes de erosión



El agua corriente remueve y arrastra fragmentos de la roca madre y partículas del suelo, formando barrancos.



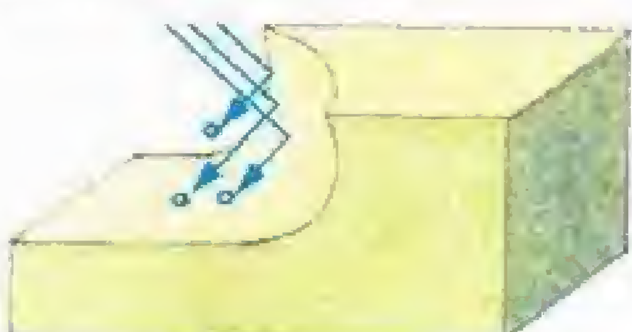
Las olas desgastan las costas abiertas formando abruptos acantilados, que pueden oscilar entre menos de un metro y cien metros o más de altura.



La corriente del río erosiona el litoral, especialmente en el lado exterior de una curva. Los ríos tienden a desarrollar un curso sinuoso de meandros.



Los glaciares contienen detritos, denominados morrenas, que desgastan y pulen la roca madre.

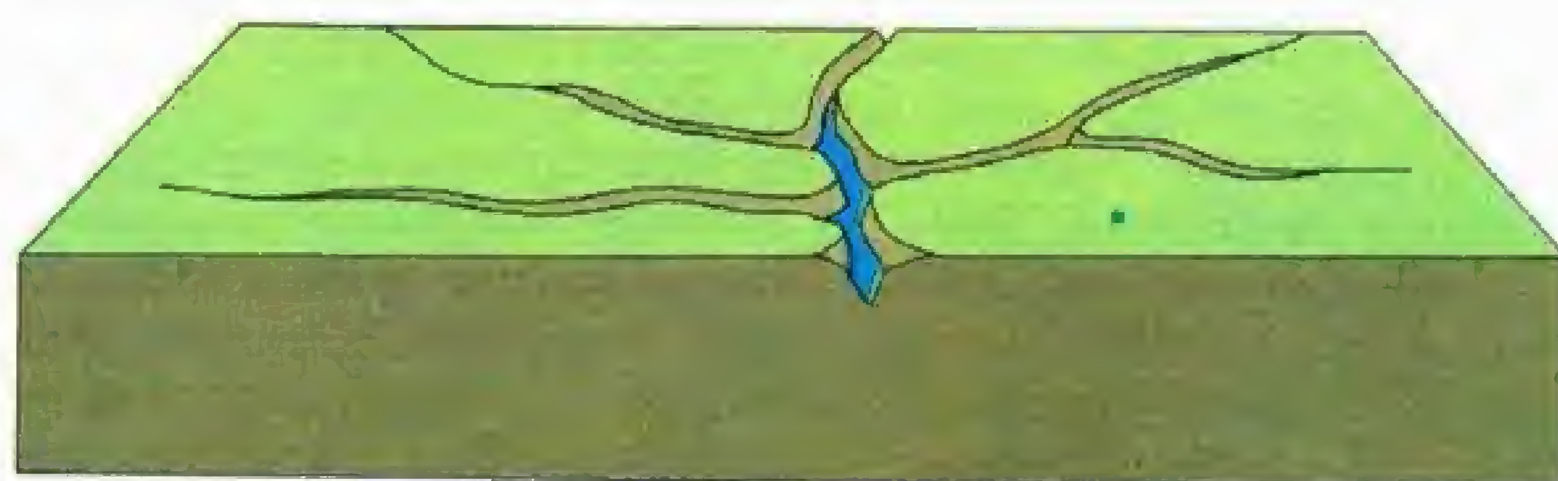


En las zonas secas el viento transporta numerosos granos de arena que «perforan» y esculpen las rocas expuestas.

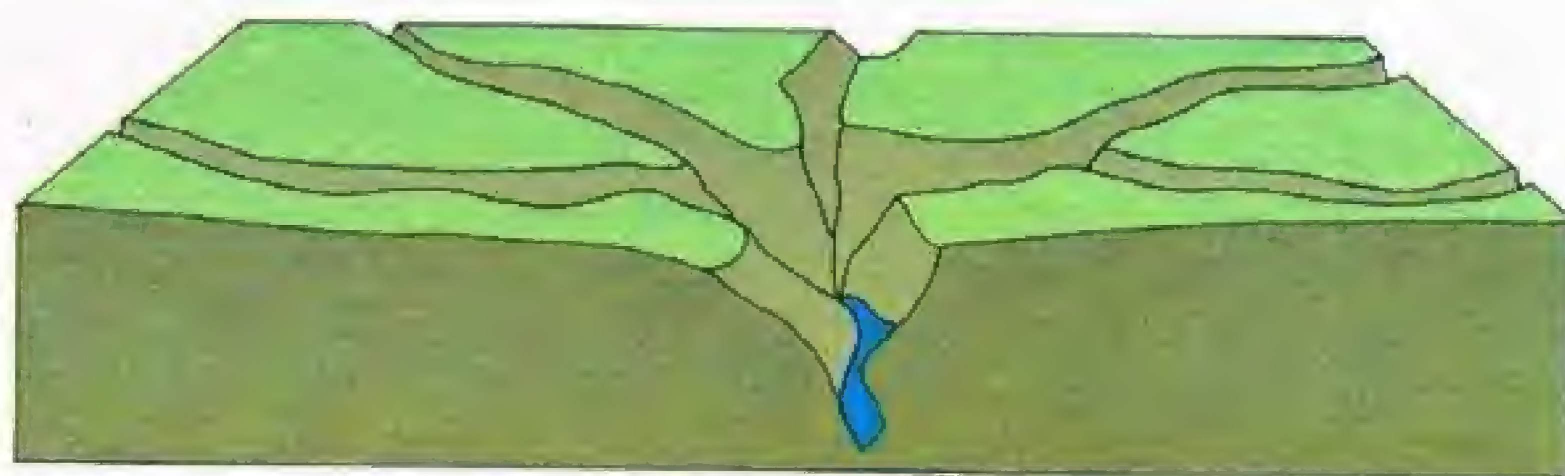


El impacto de la lluvia hace saltar las partículas sueltas, que descienden gradualmente por las vertientes.

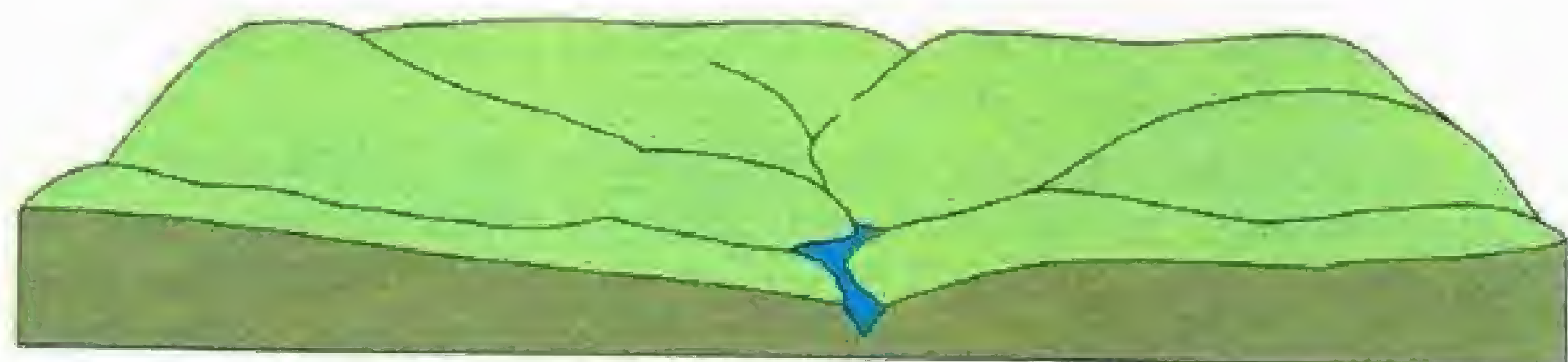
De llanura a penillanura



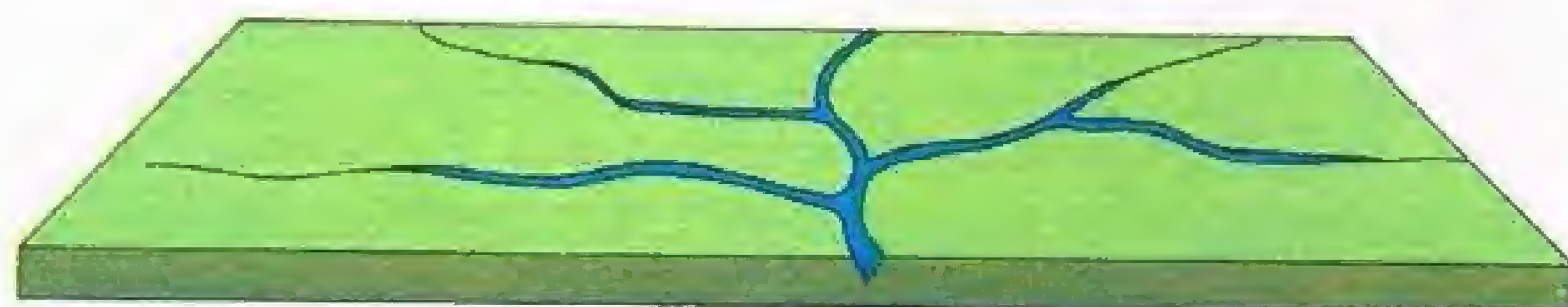
En una llanura, los ríos y los arroyos corren lentamente, y los valles y hondonadas que abren tienen el típico perfil de V de la erosión fluvial. Sin embargo, son poco profundos: cuanto más lenta es la corriente, menor es la erosión.



Si una llanura se eleva por las fuerzas interiores de la Tierra, la velocidad de la corriente aumenta y los ríos abren gargantas profundas con laderas abruptas. En las regiones secas las zonas que separan estas gargantas pueden mantenerse intactas durante mucho tiempo...



...pero en las regiones húmedas, las regiones intermedias se desgastan por la destrucción de las vertientes. La llanura se «denuda» y según se va hundiendo su nivel, la corriente de los ríos se va haciendo cada vez más lenta.



Finalmente, la denudación aplana toda la región convirtiéndola en una penillanura. La erosión es entonces muy lenta, por el lento fluir de las aguas. Se encuentran penillanuras en las regiones graníticas de Canadá y Escandinavia. El terreno ha sido modificado con frecuencia por procesos glaciales en las fases finales del último período glacial.

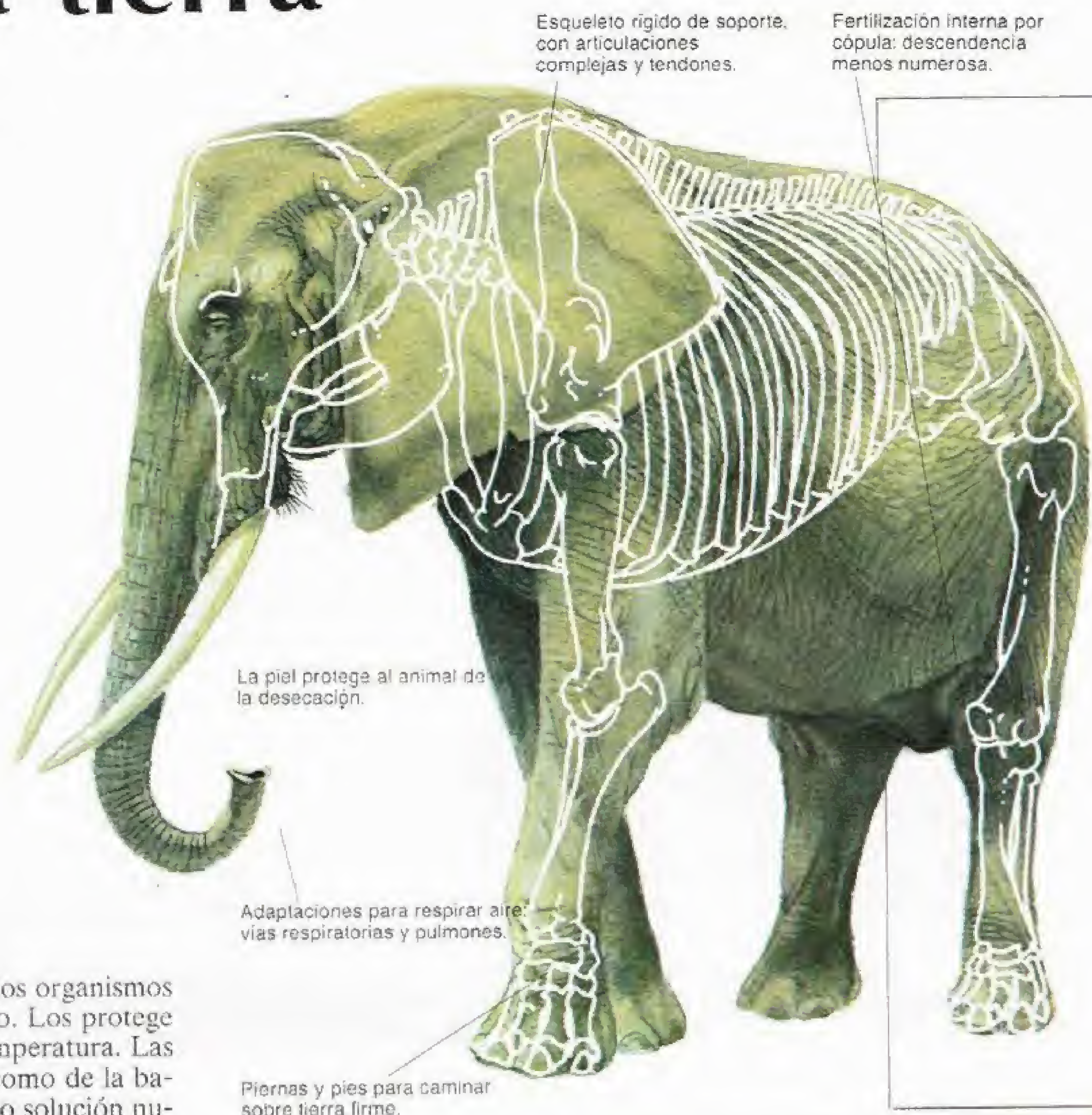
La vida en la tierra

La vida en el agua
Un pez es una criatura relativamente simple. Sus medios de locomoción, músculos, aletas, son más simples que los de los animales terrestres. El pez no tiene una necesidad urgente de regular la temperatura de su cuerpo.



Adaptaciones a la vida en la tierra

El elefante, el más grande y el más pesado de todos los animales terrestres vivos, puede servir como ejemplo notable de las adaptaciones biológicas necesarias para sobrevivir en tierra. Los mamíferos, con sus complejos mecanismos de control de temperatura, son los animales que más eficazmente se han adaptado a la vida terrestre.



La vida comenzó en el mar, y el medio, para aquellos organismos que siguen viviendo en él, no es especialmente duro. Los protege de la desecación y de los cambios repentinos de temperatura. Las láminas de filtración, tanto del cohombro de mar como de la ballena, pueden tratar el agua de manera sencilla como solución nutritiva. Por el contrario, el paso a la Tierra, que las plantas multicelulares dieron hace unos cuatrocientos millones de años, exigía adaptaciones biológicas drásticas.

Dos de estas adaptaciones pueden apreciarse fácilmente. La primera está relacionada con la locomoción. Para poderse mover en tierra, el animal terrestre tenía que desarrollar un complejo aparato motriz de patas y pies, aparato que tenía y sigue teniendo un nivel bajo de eficacia energética. Un pequeño cuadrúpedo corredor, como un perro, tiene que emplear cinco veces más energía que un salmón para recorrer un kilómetro.

La segunda de estas adaptaciones concierne a la reproducción. En el agua, la fertilización es un proceso externo: la hembra del bacalao pone sus huevos y sobre ellos el macho segrega su lechaza. La fertilización se produce libremente en el agua y las decenas de miles de alevines quedan abandonados a sus propios recursos.

La reproducción en tierra exige una fertilización interna por cópula, incubación y generalmente el cuidado de la descendencia. El mamífero ha ido un paso más allá; a la «incubación interna» del óvulo fertilizado le sigue el parto, es decir, el nacimiento. En otras palabras, la tendencia ha sido hacia una mayor atención individual a cada descendiente.

Sin embargo, a pesar de estas exigencias, la colonización de los continentes ha sido todo un éxito. El primer anfibio que realizó una travesía terrestre breve pero ardua, probablemente desde una charca a otra, por medio de un proceso increíble de adaptación, ha dado lugar a unas trece mil especies de vertebrados que habitan actualmente tanto en la tierra como en su interior y en el aire, además de en los mares (focas y ballenas). El éxito del programa de adaptación de los insectos ha sido incluso mayor, ya que existen actualmente cerca de un millón de especies de insectos. El número de especies de plantas terrestres está seguramente en torno a las 300.000. Una de las razones de esta amplia variedad puede ser que la Tierra, en contraste con el agua, se divide en numerosos medios con características diferenciadas.

En respuesta a la diversidad de las características medioambientales, los organismos se han visto obligados a desarrollar formas más diferenciadas y esquemas de comportamiento más complejos de lo que hubieran necesitado en el agua. Esta evolución ha llegado hasta nuestra propia especie.

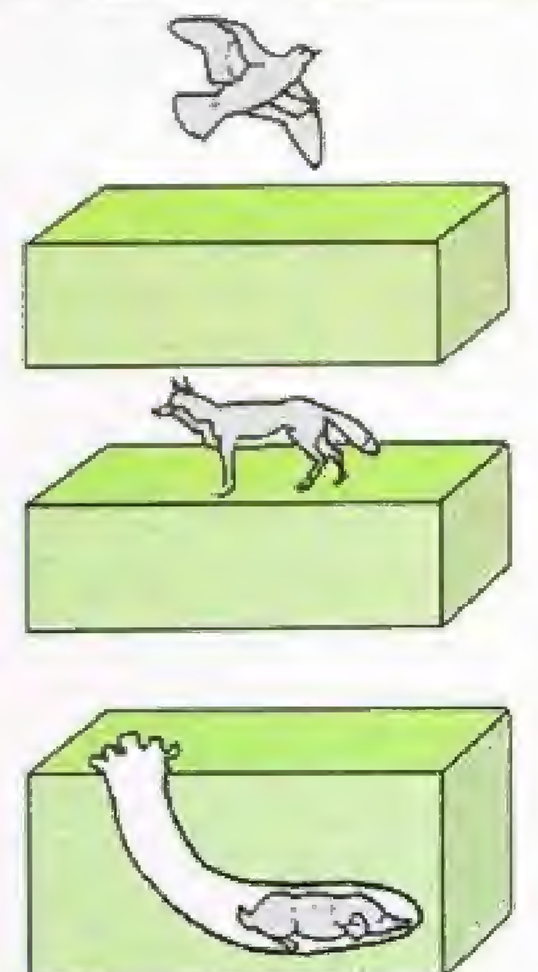


La vida ha colonizado la tierra
La invasión de la vida sobre la tierra firme ha transformado enteramente el medio. Esta fotografía muestra diferentes formas de vida de diferentes niveles de complejidad, desde plantas herbáceas a elefantes.

Radiación adaptativa

En la biología evolutiva se aplica el término de radiación adaptativa a una especie madre que produce posteriormente otras especies, que a su vez ocupan nichos ecológicos especializados.





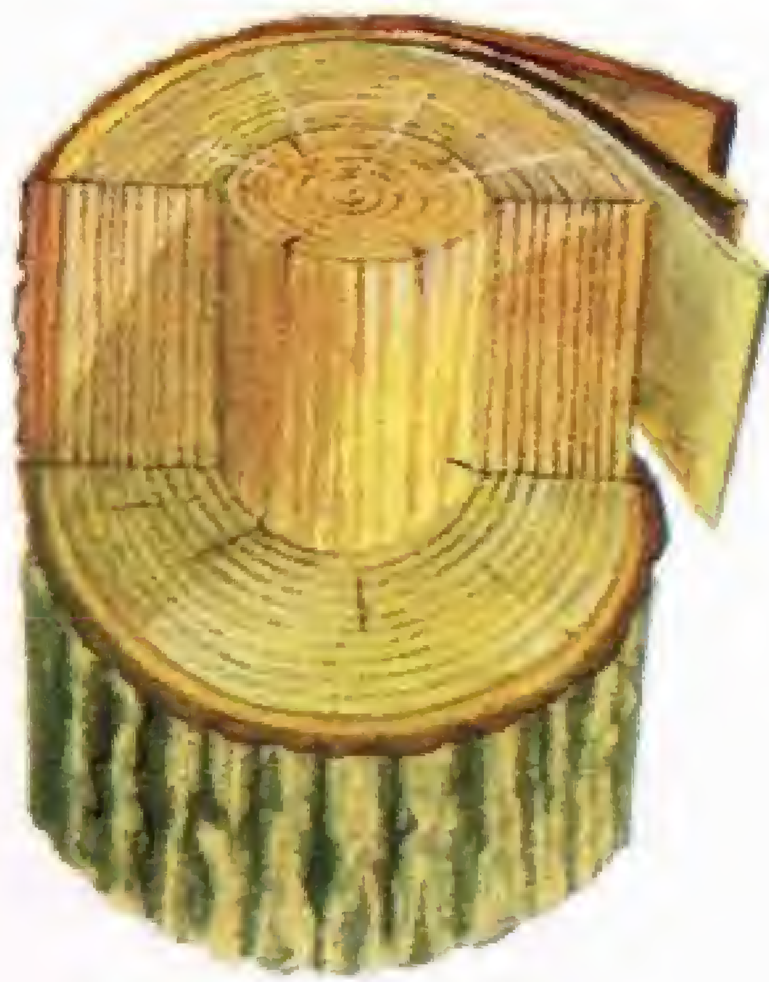
El celacanto, antepasado de los anfibios, dio lugar a miles de especies de vertebrados que viven sobre la tierra, en su interior y en el aire.

Las plantas terrestres





Las plantas acuáticas
no se lignifican. No necesitan una rigidez estructural, ya que su densidad es casi la misma que la del agua. Las especies de algas subacuáticas pueden alcanzar una longitud de varias decenas de metros y formar auténticos bosques.
En el otro extremo de la escala, las plantas microscópicas pueden flotar como plancton, con ayuda de diminutas gotas de aceite en el protoplasma celular.



La corteza protege al árbol de la desecación.

El xilema transporta la humedad por todo el árbol desde las raíces.

El duramen muerto y duro forma el «esqueleto» interno del árbol.

La arquitectura del árbol
está casi enteramente condicionada por la gravitación. El duramen interior convierte al tronco en rígido y eleva la copa del árbol hacia la luz. La humedad pasa desde las raíces hasta las hojas por capilaridad.
¿Por qué son tan altos los árboles? En parte porque compiten entre sí por la luz, pero también para proteger sus hojas de los animales. Los árboles evolucionaron en una época en que los dinosaurios herbívoros dominaban los continentes.

Era Paleozoica

570-225 millones de años.

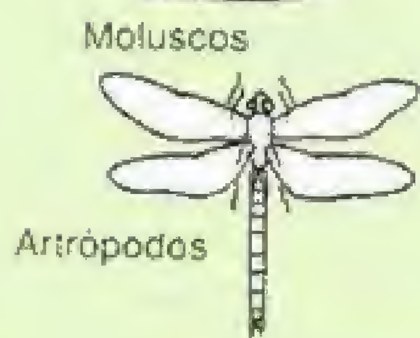
La invasión de la Tierra por los invertebrados comenzó en la Era Paleozoica.



Gusanos



Moluscos



Artrópodos



Celacanto

Era Mesozoica

225-65 millones de años.

Las dos eras doradas de los vertebrados terrestres
La primera se dio durante el Mesozoico, cuando los dinosaurios ocupaban la mayor parte de los nichos ecológicos de los grandes animales terrestres y dominaban a los mamíferos primitivos. Esta era concluyó hace unos 65 millones de años cuando, de manera repentina e inexplicable, se extinguieron los dinosaurios. El apogeo de los mamíferos del Cenozoico culminó antes de la Era Glacial y ante el hombre, con su capacidad de destrucción y exterminación.

Mamíferos primitivos

Grandes dinosaurios (herbívoros y predadores)

Pequeños dinosaurios predadores

Era Cenozoica

65 millones de años hasta nuestros días.

Primates

Ungulados

Insectívoros

Carnívoros

Marsupiales

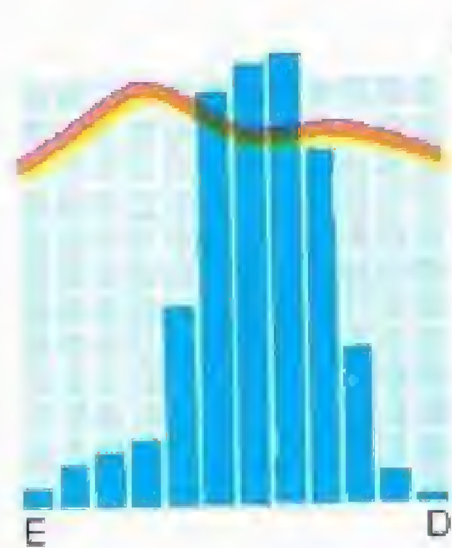
Aves

Cocodrilos

Otros reptiles

Anfibios

Los bosques tropicales

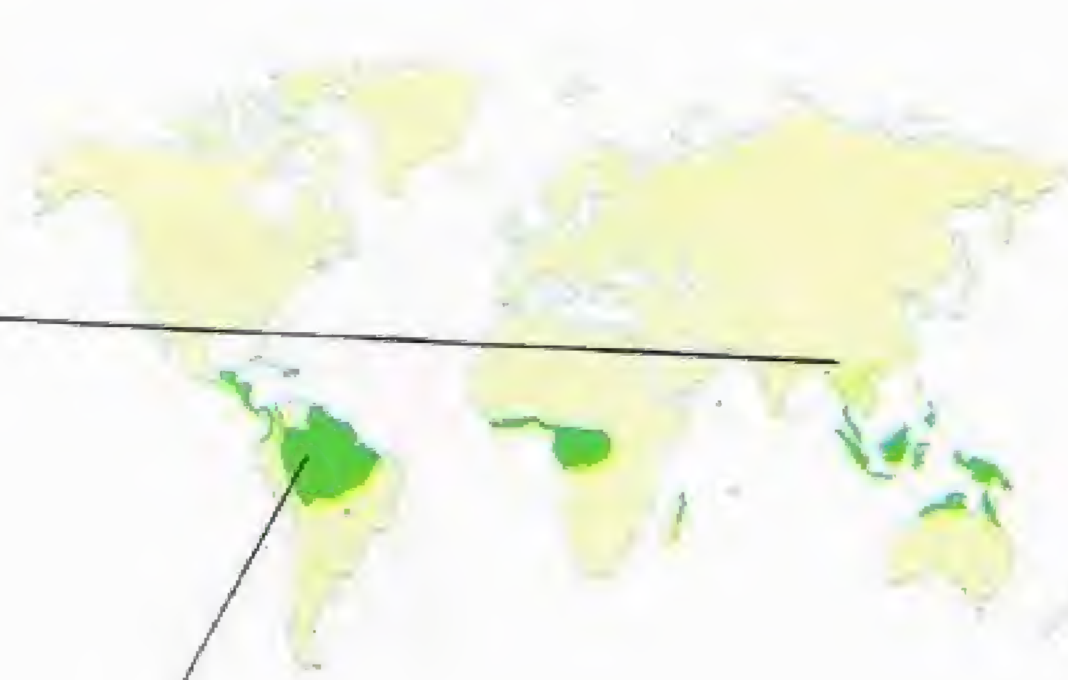


Período de lluvias



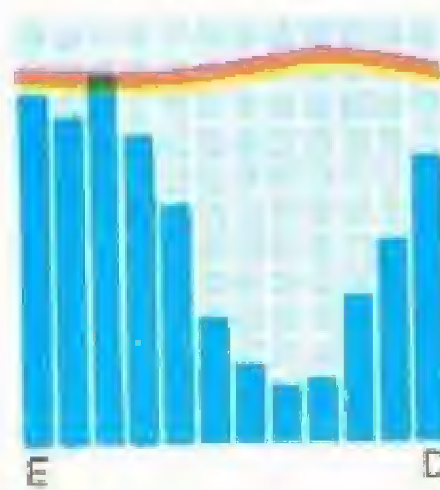
Período seco





Los bosques monzónicos y las selvas lluviosas constituyen sistemas ecológicos diferentes, debido a las diferencias climáticas. El bosque monzónico (arriba) tiene un período seco anual; las barras del diagrama muestran la distribución de las precipitaciones. Durante el período seco, la mayoría de los árboles pierden las hojas. La selva lluviosa (abajo) se mantiene verde todo el año, ya que la distribución de las precipitaciones es más regular. Las temperaturas (curvas) se mantienen altas y regulares en todas las zonas tropicales bajas.

Los bosques monzónicos (arriba) se encuentran en Asia del sur y del suroeste. Las selvas lluviosas de tierras bajas crecen en un cinturón ecuatorial y alcanzan su mayor extensión en las cuencas de los ríos Amazonas y Congo (abajo).







Lluvia todo el año

El bosque necesita humedad. En las regiones tropicales, donde la lluvia es abundante, crecen las selvas tropicales lluviosas y los bosques monzónicos, según la distribución anual de las precipitaciones. Las selvas lluviosas de tierras bajas y las menos comunes selvas lluviosas de montaña se diferencian claramente entre sí. En las regiones donde hay menos lluvias surgen la sabana y otros tipos de vegetación.

Es la lucha por la energía del Sol lo que le da a la selva lluviosa su carácter específico. Las plantas se aferran y se superponen unas sobre otras para llegar hasta la luz. Por otro lado, el suelo de la selva está oscuro y húmedo. Los bosques tropicales carecen de la abundante vegetación del suelo de las zonas templadas.

En los bosques tropicales existe una mayor variedad de especies vegetales y animales que en ningún otro ecosistema; probablemente la mitad de todas las especies conocidas de la tierra se encuentra aquí. El motivo de esta enorme riqueza de especies es que los ecosistemas ecuatoriales se han mantenido estables desde hace varios millones de años. En estas regiones no ha habido épocas glaciales.

Las selvas lluviosas dan la impresión de una tremenda vitalidad, algo que es hasta cierto punto equívoco. Es grande la diferencia entre las condiciones de alta productividad de las copas de los árboles y el inhóspito suelo del bosque. Además, el medio de la selva lluviosa es excepcionalmente delicado. En los bosques de zonas templadas sólo una pequeña parte del carbono orgánico presente se encuentra en las plantas vivas; la mayor parte está almacenado en una gruesa capa de humus sobre el suelo. Sin embargo, en una selva lluviosa, el carbono se convierte de manera casi inmediata en nueva vegetación. En otras palabras, la capa de humus es muy delgada y se destruye rápidamente cuando desaparece la cubierta del bosque. Bajo el humus hay suelos poco fértiles que se transforman fácilmente en laterita, una masa parecida al ladrillo.

Los esfuerzos del hombre por explotar comercialmente los bosques tropicales pueden tener consecuencias desastrosas. Las rozas de tierra tradicionales no son especialmente peligrosas, aunque la pobreza y la desesperación pueden conducir a una deforestación imprudente totalmente destructiva. Las consecuencias pueden ser igualmente graves cuando las compañías madereras y de alimentación internacionales penetran en los bosques con su maquinaria pesada, buscando rápidos beneficios. Tras algunas cosechas buenas el suelo se agota y no puede sostener más que maleza. El proceso de devastación está avanzando a tal ritmo, que las selvas lluviosas y sus formas de vida podrían encontrarse al borde de la extinción total dentro de unas décadas.

Las selvas lluviosas del Viejo y Nuevo Mundo difieren en su flora y su fauna. Aquí se muestra una selva sudamericana, aunque la amenaza a su existencia es la misma para todos los bosques tropicales, el hombre.



La bóveda
Debido a la abundancia de luz solar, la producción de biomasa es muy elevada en las copas de los árboles. Consecuentemente, en este nivel tiene su hábitat un gran número de aves, insectos y monos.

Los árboles inferiores
Más abajo hay otra capa de copas. Estos niveles intermedios están formados por especies de árboles mejor adaptadas a la sombra que los que forman la bóveda. Estos niveles inferiores albergan también su fauna específica.

Epifitas
Muchas plantas, como las lianas y algunas orquídeas, crecen entre los árboles. Algunas de estas epifitas son parásitos que se alimentan de sus huéspedes, mientras que otras simplemente utilizan los árboles para escalar hacia la luz. Otras epifitas son las saprófitas, que viven de la materia orgánica en descomposición.

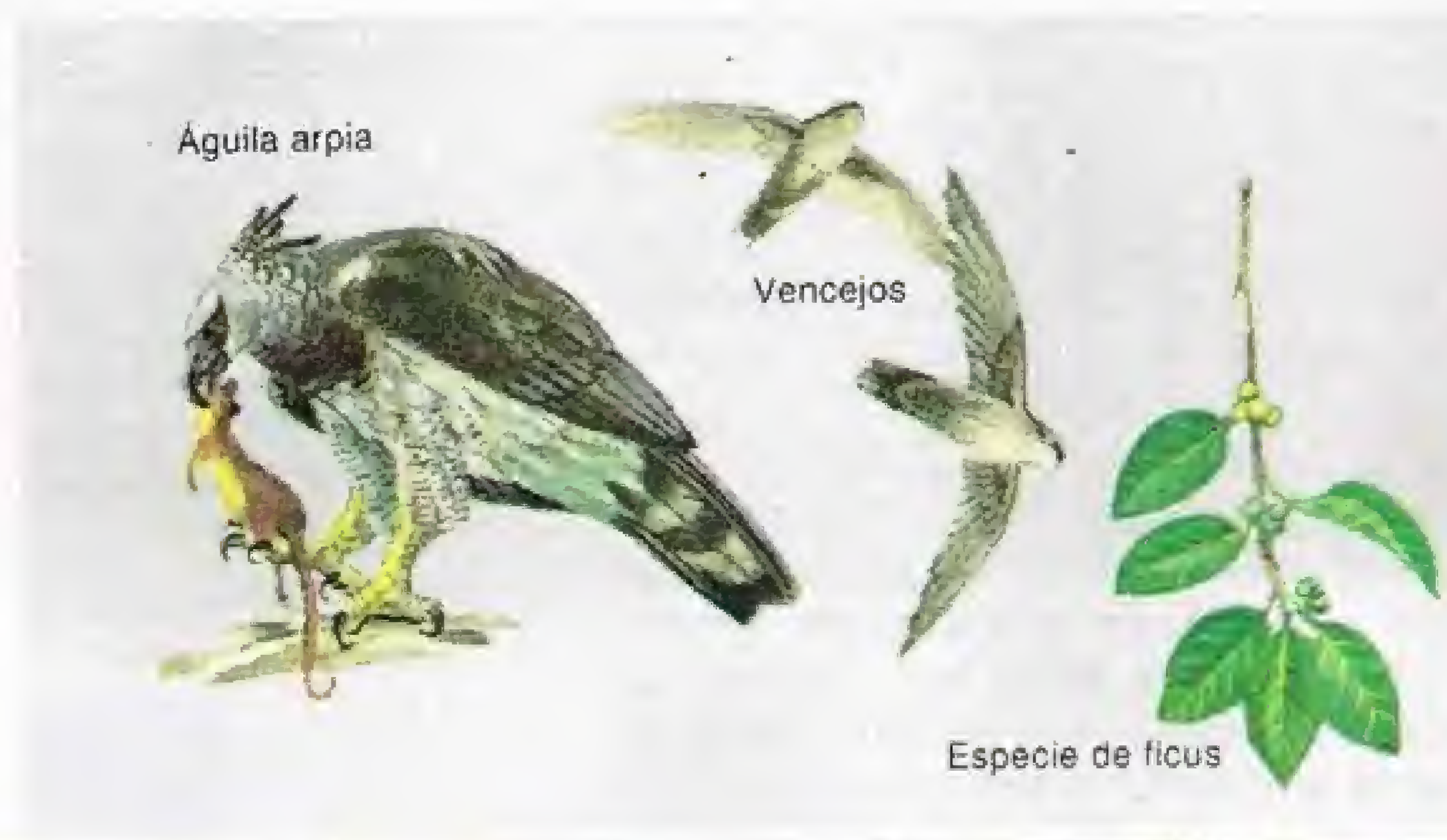
Las palmeras
no suelen crecer tanto como los árboles caducos. No abundan, pues, en el interior sombrío de las selvas lluviosas, aunque sí se dan donde les llega el sol, por ejemplo, a lo largo de las corrientes de agua.

Las sombras permanentes
reinan en el suelo de la selva, por lo que este medio no es muy productivo. Diversos organismos que tienen aquí su hábitat descomponen las hojas caídas.

Estranguladoras
Muchas de las epifitas son estranguladoras que poco a poco asfixian y destruyen a la planta huésped.

El suelo
existente bajo la delgada capa de humus suele ser poco fértil, tierra latosólica, de un color rojizo por los óxidos de hierro.





Los árboles más altos

que destacan por encima de la bóveda y a los que se denomina emergentes, albergan cierto número de especies de aves, incluyendo a los vencejos, íntimamente relacionados con las especies del Viejo Mundo. El águila arpía se alimenta principalmente de los monos de la bóveda.



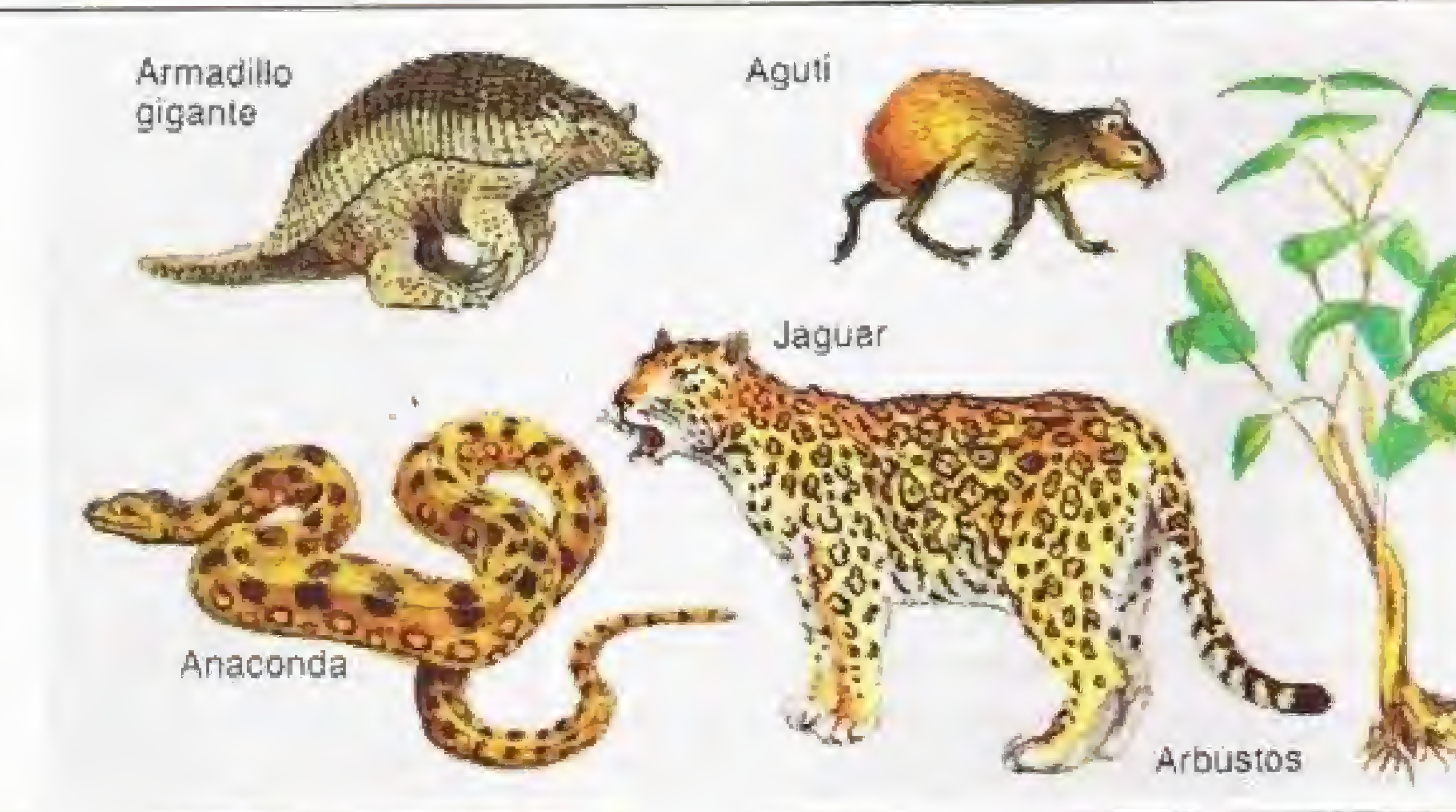
Las copas de los árboles

son el hábitat de una gran variedad de fauna. Hay aquí muchas especies de aves, desde los grotescos tucanes a los gráciles colibríes, en ocasiones no mayores que una mariposa grande. La boa verde de los árboles se desliza por las hojas tras monos y aves. Los vampiros nocturnos pasan durmiendo las horas de luz, mientras que las orquídeas florecen en las horquetas de las ramas y en las grietas de la corteza. Mariposas de colores brillantes se mueven por entremedias y por encima de las copas de los árboles.



En los árboles más bajos

numerosas hordas de monos aulladores saludan el amanecer a coro. Sus gritos se pueden oír a varios kilómetros de distancia. El perezoso de dos dedos se pasea indolente entre las ramas; esta criatura no tiene enemigos, por lo que no necesita ni velocidad ni agilidad. A diferencia del jaguar, más pesado, el ágil ocelote caza entre las ramas con tranquilidad.



En el suelo

el armadillo gigante se enraíza entre las hojas muertas, mientras que el agutí, un roedor, corre buscando frutas caídas. El jaguar frecuenta las tierras próximas a los ríos, en las que nadan las anacondas, las serpientes más grandes del mundo, con una longitud de hasta 10 metros.



En el subsuelo

una multitud de invertebrados, hongos y bacterias descomponen la materia orgánica muerta para reciclar los nutrientes para la producción biológica ulterior.

Los herbazales

El bosque tropical o templado se hace menos denso y deja paso a las formaciones herbáceas cuando las precipitaciones son insuficientes, con relación a la evaporación, o porque su irregular distribución anual no les permite mantener una capa continua de bosque. Las grandes formaciones herbáceas del mundo se encuentran en lugares en los que, debido al sistema de circulación general del aire, predominan las masas descendentes de aire seco.

Las formaciones herbáceas del mundo

Las llanuras herbáceas no constituyen uno, sino varios medios. Las sabanas tropicales, las praderas de zonas templadas y las estepas continentales difieren en muchos aspectos. En primer lugar, las sabanas no tienen invierno; al estar situadas entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio, tienen simplemente dos períodos secos al año. Cuando la sabana da paso a la estepa, la vegetación se hace más baja y más escasa, más espinosa y con hojas más pequeñas a medida que el clima se va volviendo más seco. La estepa de tierras bajas forma la zona de transición entre sabana y desierto. Otro tipo de estepa es la meseta continental, como las de Anatolia y Asia Central.

Las sabanas de África Oriental son las formaciones herbáceas mejor estudiadas del mundo. En comparación con las estepas monótonas y pobres, las sabanas son variadas y altamente productivas. La pradera es una especie de medio intermedio entre la sabana y la estepa, aunque apenas existe ya en su estado natural; en su mayor parte ha sido modificada por el cultivo. La sabana puede tener aspecto de bosque poco denso, tener paisaje de parque o estar totalmente desprovista de árboles, según la humedad. Las corrientes de agua tienen en sus orillas una estrecha franja de bosque, frecuentemente de una anchura de poco más de unas decenas de metros.

La cadena alimentaria

Las hierbas representan el elemento básico de la cadena alimentaria, a pesar de que no aparecieron hasta hace 50-60 millones de años, es decir, en la era Cenozoica. Lo mismo puede decirse de los herbívoros. Los dientes y el sistema digestivo de los ungulados, especialmente de los rumiantes, se han adaptado a una dieta de hierba rica en celulosa, mientras que la hierba se ha adaptado también a los herbívoros, ya que, a diferencia de la mayoría del resto de plantas vasculares, la hierba no crece en el extremo superior, sino por la base, de tal manera que los tallos pueden sobrevivir a pesar de estar siendo continuamente roídos.

Los herbívoros tienen hábitos alimenticios específicos. Las jirafas comen hojas y ramas frescas de la parte superior de los árboles, los elefantes hojas y ramas de partes inferiores, y las cebras, los antílopes y las gacelas pastan en hierbas de diferente altura y consistencia. De esta manera, los herbívoros obtienen el mayor rendimiento de la flora. Los enormes rebaños representan una adaptación a la amenaza de los predadores. Los grandes animales no pueden ocultarse en las llanuras, pero pueden esconderse entre sus semejantes. Así, los animales fuertes de mayor categoría se sitúan en el centro del rebaño, mientras que los más débiles tienen que mantenerse en el exterior.

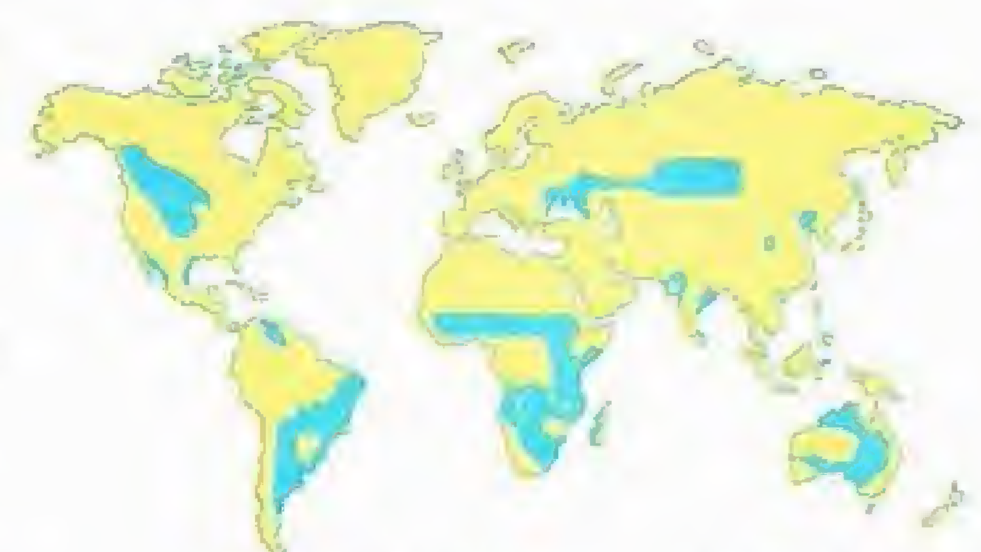
Los predadores de llanuras constituyen un interesante tema de estudio, aunque su peso total no sobrepasa la décima parte del de los herbívoros. La diferencia entre los llamados predadores y los carroñeros no es siempre clara. Estudios nocturnos realizados mediante intensificadores de imagen han revelado que la hiena es un excelente cazador; el hecho de que se vean leones y hienas en torno a un mismo cadáver, no significa que los leones hayan abatido la presa.

El hombre en las formaciones herbáceas

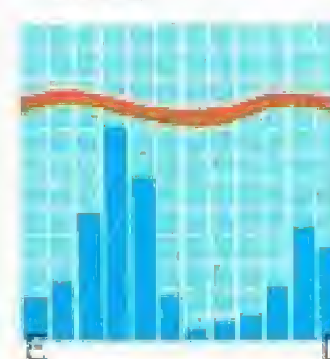
La raza humana evolucionó en las llanuras herbáceas de África y el hombre sigue habitando las sabanas y las estepas como cazador-recolector, pastor nómada y agricultor. Cazadores y nómadas siguen a los animales, que a su vez siguen las estaciones de lluvia y los ciclos de la vegetación. El agricultor no sigue este ciclo. En muchos sitios el aumento de la producción ha traído la introducción de métodos de cultivo imprudentes, pastoreo abusivo y la destrucción de medios finalmente equilibrados. De esta manera la productiva sabana puede empobrecerse y convertirse en una estepa, que a su vez puede degradarse, transformándose en desierto, hasta que, finalmente, el viento puede hacer desaparecer el suelo, dejando sólo una capa estéril de pequeñas piedras, un pavimiento desértico.

Regiones herbáceas

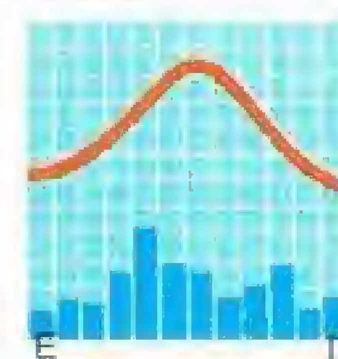
Todos los continentes, a excepción de la Antártida, tienen herbazales: las praderas de Norteamérica, los llanos y pampas de América del Sur, las sabanas y estepas africanas, y las de Europa del Este y de Asia Central. El continente verde por excelencia es Australia, con un inmenso cinturón de formaciones herbáceas en torno a un núcleo interior desértico.



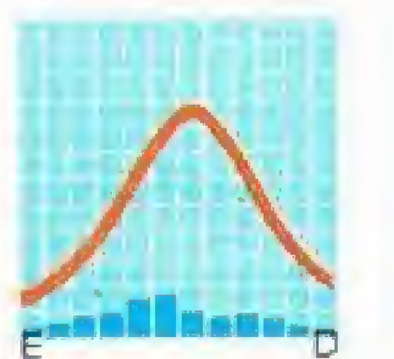
Sabana (Nairobi, Kenia)



Pradera (Abilene, E.U.A.)



Estepa (Karaganda, Unión Soviética)



Sabana, pradera, estepa

Estos diagramas muestran los climas de la sabana, de la pradera y de la estepa. La precipitación (barras) suele tener dos períodos anuales de máxima intensidad, aunque es mayor en la sabana que en la estepa. Las temperaturas (curvas) son siempre altas en la sabana, mientras que en la estepa el invierno es frío. En la pradera, situada entre los climas húmedos y áridos, tanto las precipitaciones como las temperaturas son intermedias.

La flora de la sabana

no está tan adaptada a la sequía como la del desierto, los períodos secos de la sabana son más cortos que los del desierto. Las hierbas son los productores principales de biomasa, siendo, por tanto, el sustento principal de los animales, aunque entre las plantas características se encuentran árboles como el espino paraguas y el baobab.





Animales de la sabana

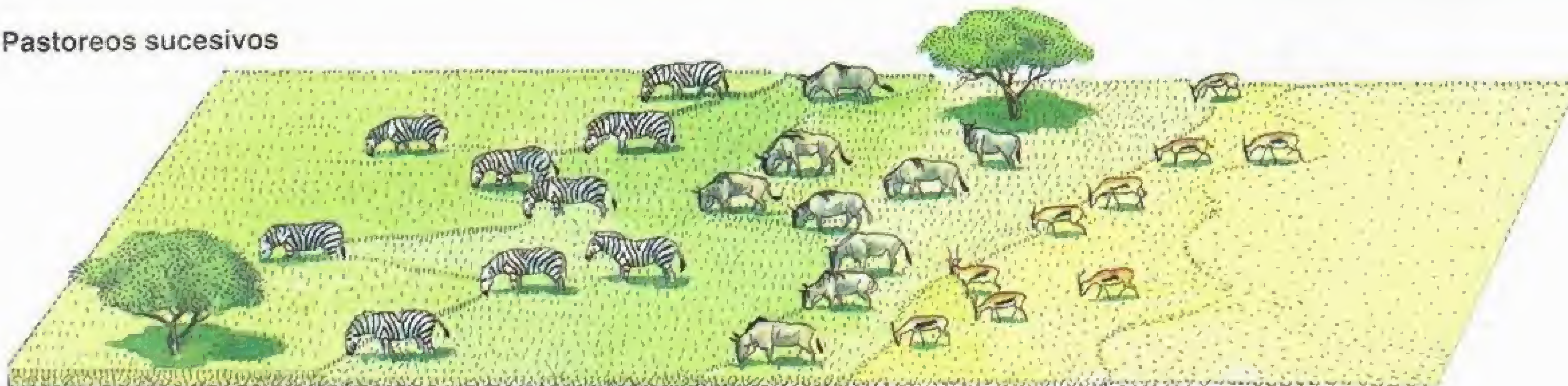
Cazadores y carroñeros

La víbora africana caza sola furtivamente, los leones cazan en rebaños. Los perros hiena persiguen a sus presas hasta que se agotan. Las hienas son animales carroñeros, aunque también son hábiles cazadores nocturnos. Los buitres son aves carroñeras especializadas, además de excelentes planeadores



Los grandes rebaños
no vagan al azar por las sabanas del África del Este. Realizan migraciones periódicas regulares, gobernadas por las variaciones periódicas de las lluvias y la vegetación. El comportamiento del rebaño es una adaptación a la amenaza de los predadores, disminuyendo el peligro para el animal individual. La fotografía muestra un rebaño mixto de gnús y cebras en África del Este.

Pastoreos sucesivos



Tras la lluvia, la hierba nueva crece con gran rapidez, y es devorada por una sucesión ordenada de animales: primero vienen las cebras, comiendo las hierbas más altas y más duras, seguidas de los gnús, que comen los tallos medianos. Finalmente, la gacela Thomson mordisquea las hojas más tiernas. Este pastoreo sucesivo permite el máximo aprovechamiento de la hierba.

Un año en la sabana



En las sabanas africanas, los dos periodos anuales de lluvia son muy pronunciados. Las «lluvias largas» duran un par de meses, las «lluvias cortas» aproximadamente un mes. La lluvia hace que el terreno cambie abruptamente de color de un amarillo pardo al verde. Entre estos periodos de lluvia el suelo va recuperando gradualmente el color del periodo seco.

Herbívoros

Los herbívoros están también especializados. El elefante busca su alimento en los árboles, el facóquero principalmente en el suelo. La cebra, el gnú y la gacela forman entre ellos una clara sucesión de pastoreo, tal como se muestra en el diagrama superior de esta página.

Elefante africano

Gacela de Thomson

Cebra de Grant

Gnú rayado

Facóquero

El hombre y las formaciones herbáceas



En la seca sabana la productividad agrícola es baja. Sin embargo, el monocultivo comercial es más peligroso para el medio que la variada agricultura de subsistencia.
La ganadería intensiva acarrea con frecuencia la destrucción total de la vegetación del suelo. Una especie introducida, el ganado vacuno, aprovecha los pastos con menor eficacia que los animales que forman una sucesión natural de pastoreo.



La protección racional de la caza mayor y su pastoreo darían un rendimiento más alto, si bien es difícil esta organización y suele chocar con costumbres y tradiciones.
La riqueza de un nómada se calcula por el número de cabezas de ganado que posee y sin tal riqueza, las dotes y muchas otras transacciones sociales resultan imposibles.



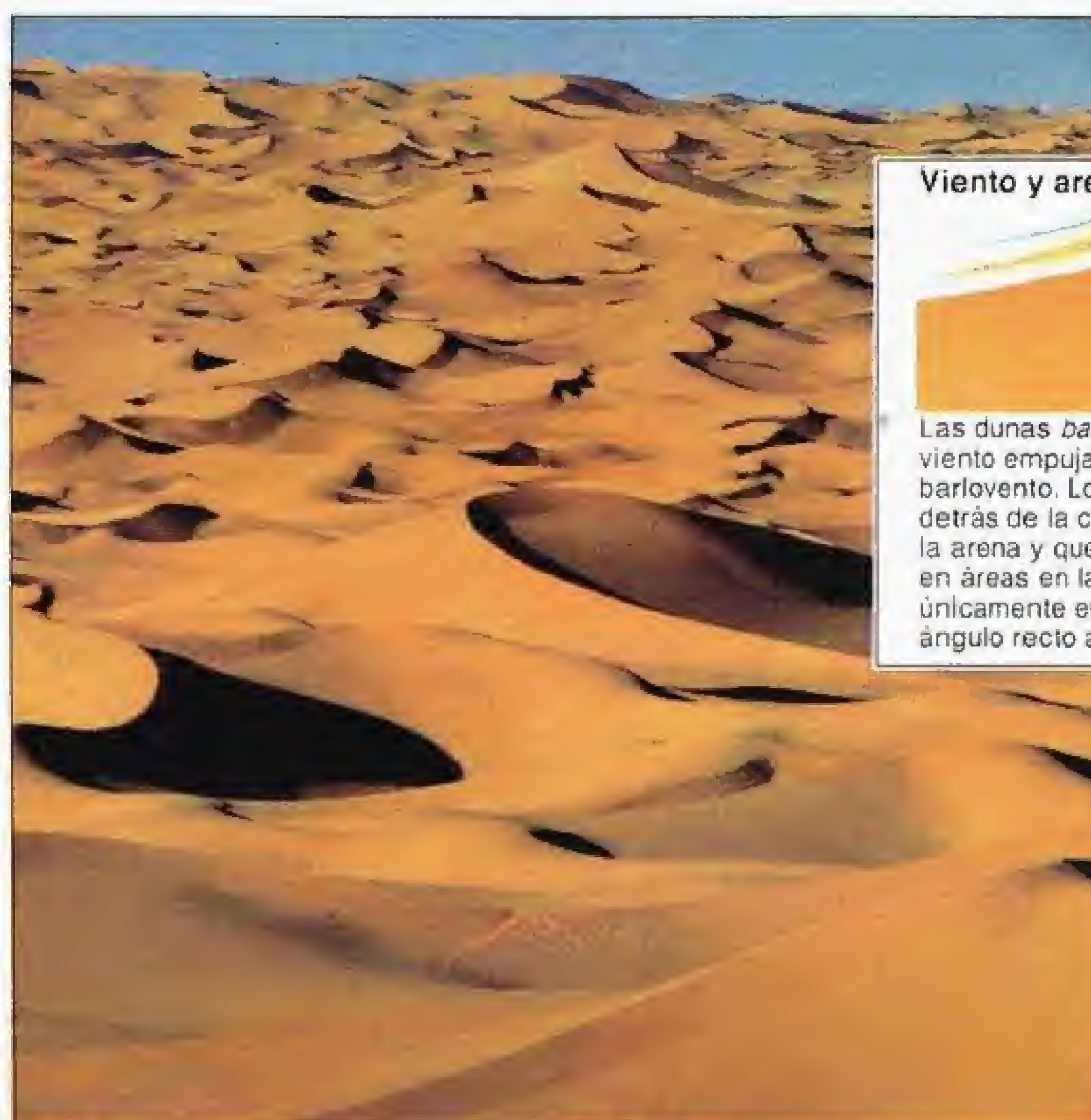
Los desiertos



De formación arbustiva a desierto
La región arbustiva seca (arriba, izquierda) tiene una capa continua de xerófitas y arbustos espinosos. El semidesierto tiene una vegetación discontinua, rodeada de suelo desnudo, mientras que el desierto (derecha) es yermo, con vida vegetal dispersa.



Los desiertos del mundo
Cubren un 15 por 100 de la superficie de los continentes y se encuentran principalmente entre las regiones tropicales y subtropicales donde las masas de aire seco descienden al suelo. Desde el Atlántico a Asia Central se extiende un amplio cinturón de desiertos.



Un mar de arena
es lo que generalmente nos imaginamos al pensar en el desierto. Sin embargo, de hecho el desierto de arena no es muy frecuente: por ejemplo, en el Sahara ocupa únicamente un 9 por 100 del área total. El viento trae la arena de los desiertos rocosos y pedregosos adyacentes y la deposita formando dunas (arriba, derecha).

Viento y arena



Las dunas *barjánicas* se forman cuando el viento empuja la arena por el lado de barlovento. Los remolinos que se crean detrás de la cresta hacen que se deposite la arena y que avance la duna. Aparecen en áreas en las que el viento sopla únicamente en un sentido y se forman en ángulo recto a su dirección.

Arena, piedra y roca

Tipos de desierto
La geología local, la altura y los vientos crean tipos diferentes de desiertos. Los principales son el desierto de arena («erg» en árabe), el desierto pedregoso («sarir») y el desierto rocoso («hammamet»). Todos estos tipos están representados en muchas regiones desérticas.

El desierto de arena
se caracteriza por dunas que no siempre cubren todo de arena. Las dunas móviles pueden enterrar la tierra cultivada y a veces hasta comunidades enteras.

El desierto pedregoso
está recubierto de piedras de diferente tamaño, desde peñascos a gravas gruesas. Estas piedras están con frecuencia concentradas en tal densidad que crean una calzada desértica.



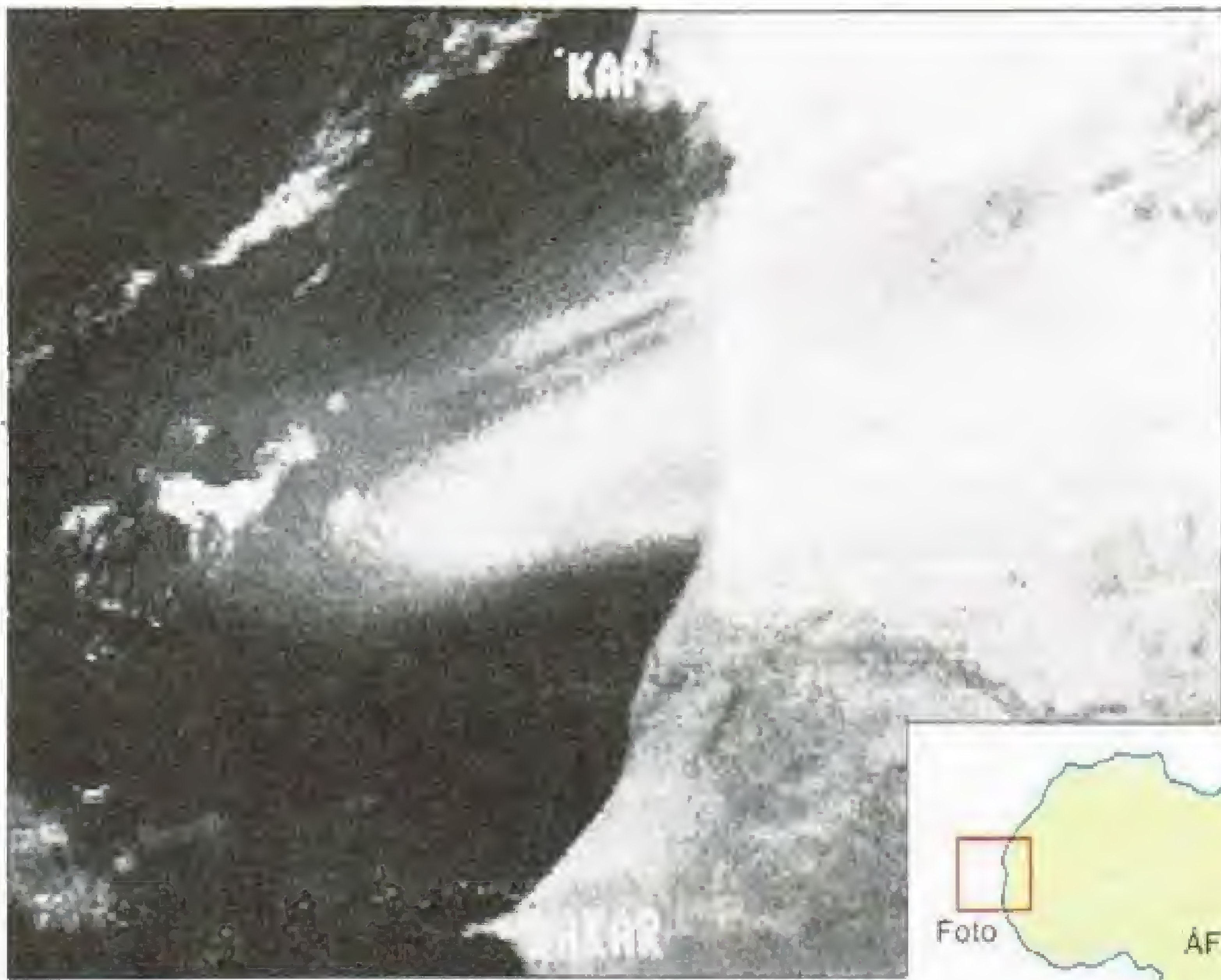
Los desiertos son consecuencia del sistema general de circulación del aire, que distribuye las precipitaciones sobre la superficie de la tierra de manera desigual. Los grandes desiertos se encuentran en las regiones fronterizas entre las zonas tropicales y subtropicales. Aquí el aire tropical, que se ha elevado en la zona de convergencia intertropical descargando su humedad, vuelve a descender al otro lado de la célula convectiva. También pueden intervenir factores locales. Las cordilleras pueden actuar como gigantescos deshumidificadores, por lo que las áreas que cobijan pueden convertirse fácilmente en desiertos o semidesiertos. La causa principal de los desiertos costeros son las frías corrientes oceánicas, que obligan a los vientos del mar a depositar las lluvias sobre el agua.

En el desierto llueve con muy poca frecuencia, aunque cuando lo hace el efecto es espectacular. Rápidos y ruidosos torrentes se precipitan por los secos lechos de los ríos, los cuencos salobres se convierten en lagos temporales y los millones de semillas que han permanecido dormidas en el suelo se transforman en una vegetación sorprendente. Poco después el desierto retorna a su aridez acostumbrada, aunque la lluvia ha rellenado los acuíferos que suelen encontrarse bajo la superficie.

Los desiertos presentan paisajes variados. Los más comunes son los diferentes tipos de desiertos de piedras y desiertos rocosos. El desierto de arena se crea cuando los vientos dominantes arrastran las partículas minerales de las zonas desérticas adyacentes durante largos períodos de tiempo. Un rasgo común de todos los desiertos áridos son las extremas variaciones de temperatura, consecuencia del aire seco y claro que permite una fortísima insolación durante el día, y de una pérdida de calor igualmente fuerte por la noche a causa de la irradiación.

Sobrevivir en este medio extremo exige una adaptación biológica trascendental. Las plantas desérticas suelen tener una piel correosa o cerosa que las protege de la desecación. Ciertos animales, como las ratas de desierto, pueden pasarse sin agua. A través de su comportamiento los animales se han logrado adaptar a las condiciones del desierto. Se entierran durante el día y se mueven por la noche con ayuda de un oído muy fino, táctica empleada tanto por los predadores como por sus presas.

La extensión de los desiertos ha variado en las diferentes épocas geológicas. Sin embargo, en nuestros días hay que contar con un nuevo elemento, el hombre. Los intentos de cultivar la tierra y criar ganado en lugares en los que la precipitación es insuficiente han convertido en desiertos grandes zonas de formaciones arbustivas, sabanas o incluso bosques. Las poblaciones de estas zonas son perfectamente conscientes de lo que sucede, aunque la pobreza les obliga a destruir su medio mediante el pastoreo y la explotación abusiva de los suelos y la recogida de material combustible por una simple cuestión de supervivencia diaria.





Tempestad de arena sobre el Atlántico

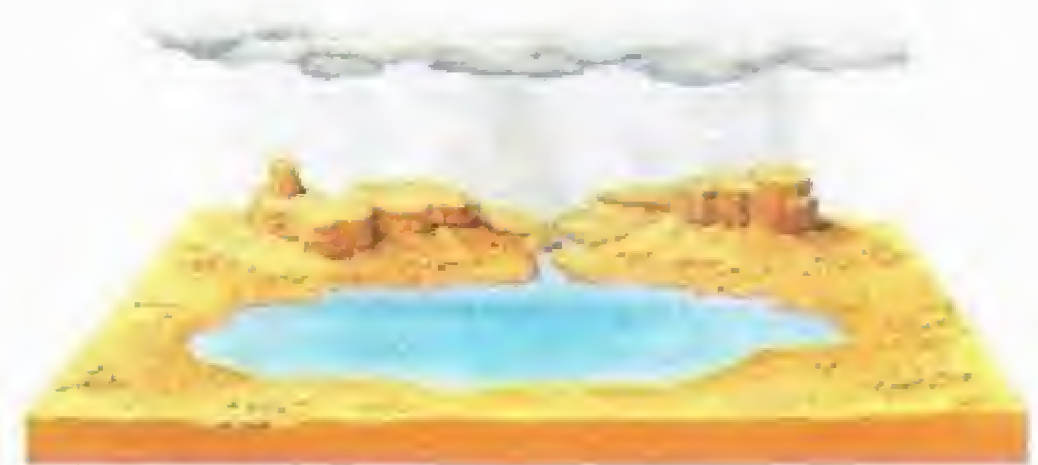
Los vientos fuertes pueden arrastrar el polvo del desierto a grandes distancias. Esta fotografía de satélite muestra cómo un viento tempestuoso del este ha arrastrado una enorme nube de polvo sobre el Atlántico, llegando hasta las Islas de Cabo Verde, a una distancia de unos mil kilómetros. Las partículas más pequeñas pueden permanecer en el aire el tiempo suficiente para cruzar el Atlántico.

Viento y polvo

Los vientos transportan con frecuencia ligeras partículas de polvo desde zonas desérticas, depositándolas en otros puntos como limos eólicos, como el loess de la China septentrional. Estos suelos suelen ser muy fértiles si tienen agua suficiente. El polvo arrastrado al mar produce arcillas marinas rojas.

Formación de un *chott*

Las lluvias escasas pero intensas y la fuerte evaporación —la evaporación potencial puede ser diez veces superior a las precipitaciones anuales—, produce cuencos salobres («chott» en árabe), lagunas salinas poco profundas que a veces se secan totalmente.



Los *wadis* llevan el agua de lluvia hasta el desierto, donde pueden formar un lago amplio, aunque poco profundo y temporal. El agua contiene sales lixiviadas de las capas de suelo situadas por encima de la zona de drenaje.



La evaporación es rápida y el lago disminuye. El agua pura pasa a la atmósfera, quedando las sales. La salinidad del agua aumenta y las sales, cloruros y sulfatos se precipitan.



El agua se transforma en un fango salino corrosivo o desaparece totalmente. Si el agua tiene un alto contenido de arcillas y arena, queda una *playa* suave y fina. Durante miles de años, la sal de estos *chotts* ha sido un producto importante en el tráfico de caravanas a través del Sahara.

El desierto rocoso

está formado por roca madre, en la que el viento ha arrastrado todo el suelo suelto. Al igual que el desierto pedregoso, está entrecruzado de *wadis*, lechos de ríos generalmente secos.



Viento y roca

Los vientos del desierto arrastran arena con la que esculpen muchas formas redondas características en las duras rocas desérticas. A este proceso se le denomina abrasión.

La adaptación al desierto

La flora y la fauna del desierto son muy características. Este «corte» pertenece al oeste de América del Norte, aunque se encuentran adaptaciones semejantes en muchos desiertos. Tanto la zorra como el ratón canguro, por ejemplo, tienen casi correspondientes exactos en el Sahara.

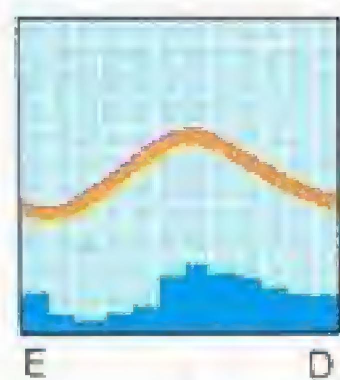


Los mamíferos del desierto suelen ser nocturnos y durante el día se entierran para protegerse del calor y evitar a los predadores. La zorra tiene unas orejas enormes, adaptación que le permite localizar a su presa casi exclusivamente por el oído. La constitución del ratón canguro le permite tener el mínimo contacto posible con la arena caliente. Los insectos, arácnidos y reptiles que tienen dificultad para regular su temperatura sobreviven alternando entre el sol y la sombra. La mayoría de las plantas del desierto tienen una piel correosa y dura que les protege de la deshidratación, así como espinas que les protegen de los animales que buscan el agua que almacenan. La floración se da en intervalos poco frecuentes y depende de la humedad y la temperatura. Ciertas plantas pueden sobrevivir a muchos años de sequía, en estado de latencia en forma de semillas. Cuando llegan las lluvias, hojas, flores y semillas se producen con tal rapidez que parece casi un milagro. Los cactus de este diagrama son típicos de las zonas desérticas y semidesérticas del Nuevo Mundo.

Los bosques templados



Bosques boreales
Las mayores regiones de bosque templado se encuentran en el hemisferio norte. Entre el límite de la tundra y aproximadamente los 50° N, se extiende un cinturón de bosque de coníferas por el norte de América del Norte, de Europa y de Asia. Al sur de esta región hay otro cinturón de una extensión variable formado por arbolado mixto y caducifolio. Las zonas de clima mediterráneo tienen árboles caducifolios siempre verdes. Los diagramas muestran dos tipos de clima templado: a la derecha un clima continental seco con grandes diferencias de temperaturas (curvas) y máximas precipitaciones en verano (barras); más a la derecha, un clima mediterráneo en el que las temperaturas anuales son más regulares y las precipitaciones mayores en invierno.



Kuopio, Finlandia



Argel, Argelia

Bosque de coníferas

Las regiones de bosques de coníferas constituyen una fuente de materias primas: madera serrada, pasta de papel y combustible. En general las mismas especies de árboles cubren grandes zonas, lo que facilita la explotación mecanizada a gran escala. Hacia el límite del bosque, tanto en las laderas de las montañas como en las zonas próximas a la tundra en el norte, las coníferas dejan paso al abedul y al matorral, que se van degradando a medida que las condiciones se hacen más severas.



El bosque es la vegetación natural de la mayor parte de las zonas templadas de la Tierra. Las necesidades climáticas del bosque templado son precipitaciones relativamente abundantes, temperaturas moderadas y una clara diferencia entre verano e invierno. A través de Asia, Europa y América del Norte, y de este a oeste se extiende un cinturón de bosques de coníferas; su límite meridional coincide en general con el límite meridional de los climas fríos, según la definición del climatólogo austríaco Köppen, es decir, donde las temperaturas medias del mes más frío están por debajo de −30°C. En el hemisferio sur estas latitudes corresponden en general a zonas marítimas, por lo que prácticamente no existe el bosque templado. Donde sí existe, en África del Sur y en el suroeste de Australia, es del tipo mediterráneo perenne.

En las zonas de clima templado frío o de clima frío, los suelos de podzol son los más comunes. Las precipitaciones lixivian las sustancias de la capa superior de humus, depositándolas como un estrato pardo a mayor profundidad. Más al sur el bosque caducifolio crece sobre suelos no lixiviados, aunque pardos y con humus producido por la vegetación en descomposición, que se concentran en una capa espesa y profunda.

Durante la última glaciación el bosque templado retrocedió ante el hielo y la tundra, y en Europa el bosque sobrevivió únicamente en algunos puntos resguardados. Cuando los hielos se retiraron hacia el norte, la tundra se retiró tras ellos y el bosque volvió a progresar. La picea o abeto, que ahora florece en grandes zonas en los bosques boreales, llegó tardíamente. El análisis del polen (el empleo de granos de polen recogidos de turberas y sedimentos para determinar las especies de plantas existentes en épocas antiguas) ha revelado que durante el período cálido posglacial el bosque caducifolio se extendió muy hasta el norte de Europa, siendo frecuentes los bosques de avellanos.

Para los cazadores y recolectores del principio de la Edad de Piedra, el bosque era tanto fuente de alimento como hábitat. Al final de la Edad de Piedra, los pobladores abrieron claros en las regiones de bosque caducifolio, formando con el tiempo los primeros asentamientos agrícolas. Los griegos y los romanos despoblaron grandes zonas del Mediterráneo, pero hasta la Edad Media no se abrieron brechas importantes en los bosques europeos (en América del Norte no sucedió hasta que los colonos comenzaron a asentarse en el siglo XIX). El hecho de que la caza fuera un privilegio feudal celosamente guardado fue la salvación de muchos bosques de Europa Occidental. En muchas lenguas, bosques y coto de caza eran sinónimos. Cuando a los campesinos suecos se les concedió el derecho a la caza, a finales del siglo XVIII, al cabo de unos pocos años los grandes animales se encontraban al borde de la extinción.

En las zonas de bosque caducifolio, los ingresos obtenidos por los derechos de caza siguen teniéndose muy en cuenta y hasta cierto punto permiten la supervivencia de medios de bosque mixto ecológicamente productivos. En las regiones de coníferas, escasamente pobladas, los bosques se aprovechan más concretamente como fuentes de materias primas para las industrias madereras y del papel.

Bosque mixto

En el bosque mixto las especies más frecuentes son los árboles caducifolios resistentes, como el abedul y las diversas especies de salix (sauce, etc.). Las coníferas crecen principalmente en suelos pobres. Los diversos medios de los bosques mixtos ofrecen una amplia selección de nichos ecológicos especializados y, consecuentemente, una fauna diversificada. Sin embargo, este tipo de bosque mixto es actualmente poco frecuente. Se han desbrozado grandes zonas para cultivos y las que aún quedan están en peligro de ser sustituidas por monocultivos de coníferas de más rápido crecimiento y comercialmente más atractivas.



Bosque caducifolio

El bosque caducifolio lo forman principalmente árboles duros como el roble, el haya, el olmo, el tilo, el arce. En zonas de claro clima marítimo es característico el acebo perenne. Debido a la densa y sombreada bóveda, la vegetación del suelo no es tan abundante como en el bosque mixto, aunque sigue siendo muy productivo. Este tipo de bosque duro escasea aun más que el bosque mixto, ya que desde la Edad Media ha estado sometido a rozas para facilitar los cultivos.



El ciclo anual
El bosque caducifolio experimenta cambios estacionales, con una estación de crecimiento que va de primavera a otoño, seguida por un período de latencia en invierno.











Flora y fauna de los bosques

Las especies de la izquierda son nativas de Europa y Asia. América del Norte tiene plantas y animales similares, situados en nichos ecológicos correspondientes. En los bosques de coníferas las especies son casi idénticas a ambos lados del Atlántico.

Marta
Urogallo (macho)
Pino
Oso pardo
Reno
Lince
Picea
Linaria

Regiones de bosques de coníferas

Los pinos crecen principalmente en suelos pobres, mientras que la picea o abeto prefiere suelos más ricos y más húmedos. La linaria es un representante de la abundante vegetación del suelo del bosque de coníferas. La marta es un carnívoro que atrapa a sus presas en los árboles.
El urogallo se encuentra principalmente en bosque viejo de árboles altos. El oso pardo es la única especie de oso de Europa. Es herbívoro y carnívoro. El lince se encuentra en el norte y sur de Europa, principalmente en zonas montañosas. El reno es el mayor de la familia de los cérvidos y se alimenta de hojas, de ramas tiernas y de tallos de coníferas. El oso, el lince y el reno (alce) son también nativos de América del Norte.

Búho leonado
Herrerillo
Alerce
Abedul
Zorro
Ciervo rojo
Castor
Zarzarrosa

Bosque mixto

El abedul es el árbol más característico de los bosques de caducifolios del norte, mientras que el alerce es una conífera caducifolia que pierde sus agujas en invierno. La zarzarrosa es frecuente en lugares abiertos con abundante luz, por ejemplo, en los bordes de los bosques y en los prados. La amplia variedad de la vegetación sostienen una gran abundancia de especies de aves. El herrerillo se encuentra en toda al zona templada de Eurasia. El búho leonado es específicamente nocturno, por lo que se le oye más que se le ve. El ciervo rojo es principalmente herbívoro. El zorro es un oportunista, que frecuenta asiduamente las profundidades de los bosques y las granjas y los alrededores de las poblaciones, mientras que el castor se limita exclusivamente a medios acuáticos.

Haya
Corzo
Ardilla roja
Roble
Jabalí
Gavilán
Paloma torcaz
Anémona de los bosques

Bosque caducifolio

El roble y el haya son típicos de los bosques de caducifolios europeos, y sus frutos, las bellotas y los hayucos, constituyen una fuente vital de alimento para los jabalíes y muchos otros animales del bosque. El roble deja pasar más luz que el haya, por lo que permite una vegetación del suelo más diversificada. Las anémonas de los bosques florecen profusamente al comienzo de la primavera, antes y durante la floración de los árboles. El corzo se desplaza principalmente al anochecer y al amanecer, pudiéndose así adaptar a medios modificados por el hombre. Igualmente, el jabalí es principalmente nocturno. La ardilla roja europea no se limita al bosque caducifolio, sino que puede sobrevivir lo mismo de piñones que de bellotas.
El gavilán ataca a los pájaros pequeños y la paloma torcaz se oculta modestamente en las profundidades del bosque.



El suelo del bosque

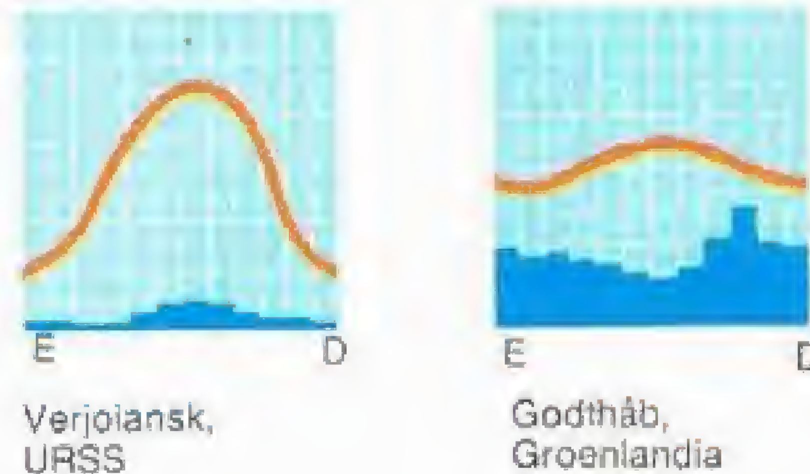
En climas templados la descomposición de la biomasa muerta es un proceso lento, por lo que el suelo se cubre con una capa profunda de hojas, agujas, ramas de años anteriores; la capa inferior se encuentra en un estado más avanzado de descomposición. Hay, pues, abundante alimento a ras del suelo, y es la luz la que constituye el factor limitante del crecimiento de la vegetación.
El bosque de hayas (izquierda), con sus bóvedas extremadamente densas, tiene una flora muy escasa y sólo pueden sobrevivir las plantas que florecen a comienzos de la primavera.

La tundra

La extensión de la tundra
La tundra es la zona de vegetación comprendida entre el bosque de coníferas y los desiertos árticos. La línea de demarcación entre bosque y tundra la determina el clima, extendiéndose más hacia el sur en el Nuevo Mundo que en el Viejo. Otro factor determinante es la altura: muy al sur del límite normal de tundra, en regiones montañosas como las Rocosas y los Urales, existe vegetación de tundra.



El clima de la tundra
puede variar mucho de un punto a otro. Las precipitaciones (barras) y su distribución anual, y la temperatura (curvas) dependen de su localización, marítima o continental. El mar suaviza los cambios de temperatura y aporta precipitaciones. El largo y riguroso invierno y el corto verano constituyen el factor común que impide que el bosque invada la tundra. La media del mes más caluroso no sobrepasa +10°C.



El sur sin tundra
En el hemisferio sur las regiones que podrían estar cubiertas de tundra (véase mapa inferior) están casi todas en el mar. Así, sólo se encuentran medios parecidos a la tundra marítima en la Tierra del Fuego y en ciertas islas oceánicas. Por la misma razón en el hemisferio sur no hay nada equivalente a las regiones septentrionales de bosques de coníferas.



Tierra, hielo y agua
Cuando se hiela un suelo muy húmedo, se forman fisuras en las que caen diminutas partículas de tierra. Así, todos los inviernos los materiales finos descienden y los gruesos ascienden. Este proceso produce tipos diferentes de terreno pedregoso, que con frecuencia se dispone en terrazas en las vertientes.



Los climatólogos definen la tundra de una manera sencilla: una zona en la cual la temperatura media mensual no sobrepasa jamás los +10°C. Para los ecologistas y los esquimales la tundra es la zona situada entre el final del cinturón de bosques y el suelo helado y estéril de los desiertos árticos. El clima y el medio natural de la tundra no es sólo cuestión de latitud, sino también de altura. Son frecuentes los medios de tundra en cordilleras montañosas alejadas de sus límites normales. El clima de la tundra puede ser del tipo marítimo, con cambios de temperatura relativamente moderados y abundantes precipitaciones, o del tipo continental, muy seco con inviernos extremadamente fríos.

La tundra es un mundo de cambios estacionales espectaculares. En verano el paisaje bulle de animales y aves que parten en otoño. En invierno sólo permanecen unas pocas especies adaptadas al frío. El estado del suelo también cambia con las estaciones. Durante todo el año el *permafrost* mantiene el suelo helado. En el norte de Siberia alcanza una profundidad de 1.500 metros. En verano se deshielan unos decímetros de la superficie, formando una zona activa en la que es posible la producción biológica.

Durante la glaciación más reciente, que acabó hace aproximadamente 10.000 años, la mayor parte de Europa, Asia y América del Norte estuvo cubierta de tundra. El medio de la época glacial y la tundra de hoy tienen mucho en común, caracterizándose ambos por pocas especies muy abundantes. Una sola especie vegetal puede cubrir una amplia zona, y aves y mamíferos suelen encontrarse en bandadas o rebaños numerosos. En este medio inestable la evolución no ha tenido aún tiempo de crear nichos ecológicos muy depurados.

Los cazadores y nómadas de la tundra empleaban una tecnología sencilla aunque muy refinada. No alteraban el equilibrio de la naturaleza, contentándose con un diezmo de la abundante producción biológica del verano. El nivel de alimentación podía ser muy elevado, aunque no eran inusuales los años de escasez y hambre. A partir de la mitad del siglo XVIII los europeos empezaron a instalarse en las regiones árticas. La búsqueda de animales de pieles con fines comerciales diezmó la fauna, al tiempo que los nativos se veían afectados por las enfermedades y el alcohol. Las operaciones militares de la Segunda Guerra Mundial, la pesca industrial de la posguerra y la búsqueda de petróleo han pesado fuertemente sobre el medio de la tundra.

Los recién llegados han tenido que comprender que la tundra es un mundo diferente. Después de pasar un invierno retirando la capa superior aislante del suelo para construir un aeródromo, pueden encontrarse con que, en verano, al fundirse el *permafrost*, se hunde en una ciénaga de barro. Es fácil destruir el medio de la tundra, aunque vivir con él resulta difícil; requiere una tecnología bien adaptada y una atención especial, algo de lo que el hombre industrial no está siempre suficientemente dotado.

El *permafrost*



Suelo helado
Durante el invierno una profunda capa del suelo de la tundra está helada (arriba) y durante la corta estación estival sólo se deshiela una pequeña capa superficial (derecha). Bajo ésta, el suelo



permanentemente helado (*permafrost*) impide la absorción del agua de la superficie, por lo que la capa superior está anegada y pantanosa en verano.



Por qué no hay árboles en la tundra
El *permafrost* impide que las raíces de los árboles penetren en el suelo. Las raíces poco profundas agarran mal en el suelo pantanoso, por lo que cualquier tipo de árbol que pudiera crecer sería derribado por los vientos.

El medio de la tundra

Pantanos
El *permafrost* obstaculiza el drenaje del suelo, ya que el agua de la superficie no puede infiltrarse. En consecuencia, durante el verano grandes áreas se convierten en pantanos en los que se desarrollan miles de millones de pequeñas moscas que pueden enloquecer a los renos y llevarlos a la muerte.

Mar y costa
Las aguas árticas contienen abundante alimento y producen grandes cantidades de crustáceos. Nada más desaparecer el hielo en primavera, aparecen grandes bandadas de aves marinas y aves zancudas. Anidan en la región por la abundancia de alimento, aunque cuando sus crías han aprendido a volar, regresan al sur.

El hombre y la tundra
Los primeros cazadores alteraron poco el medio. El hombre industrial no vive en la tundra, aunque explota sus recursos naturales, como el petróleo. Debido a que la estación de actividad biológica es breve, la capacidad de la naturaleza para descomponer los desechos y reparar los daños hechos a la vegetación es limitada.

Mesetas
Un rasgo común del paisaje de tundra son los montes en forma de cruzeta, degastados y suavizados en épocas geológicas anteriores. La palabra *tundra*, de origen finlandés, significa «cordillera baja y yerma».

Fauna estival
Los escasos y largos días de verano producen abundante alimento que atrae a los renos y a muchas especies de aves que han pasado el invierno en los cinturones de bosques o incluso más al sur. Sin embargo, el equilibrio ecológico es inestable y las poblaciones animales pueden variar mucho de un año a otro.

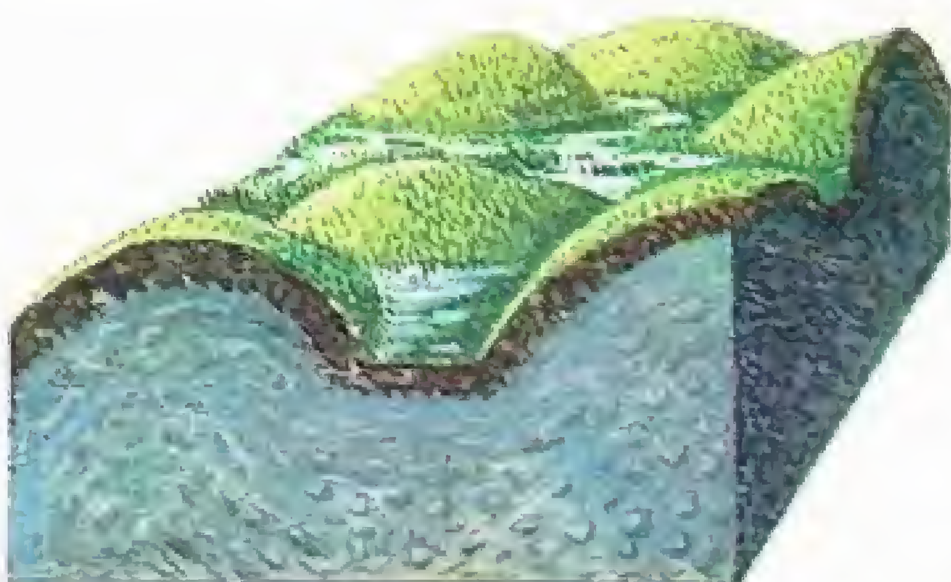
La vegetación de la tundra
está formada por matorral, musgos, líquenes y algas. No suele sobrepasar los 50 cm de altura, ya que las plantas perennes necesitan la protección de la nieve aislante para sobrevivir el invierno. Los vientos constantes contribuyen igualmente a mantener los matorrales bajos y pegados al suelo.





Flora y fauna de la tundra
En la tundra el invierno es el señor principal, el «yugo» por el que tienen que pasar todas las formas de vida. Las adaptaciones son muchas y muy variadas: pieles, orejas pequeñas y patas con plumas reducen la pérdida de calor. El reno se desplaza al sur y los lemings excavan madrigueras en el suelo. Los lemings son famosos por sus poblaciones fluctuantes, aunque tal característica es compartida por las ratas almizcleras y otros roedores. Las «explosiones de roedores», seguidas del «derrumbamiento» de la población, entrañan las correspondientes variaciones entre predadores, como el búho de las nieves y el zorro ártico. Las especies de aves no migratorias, como el lagópodo, se suelen volver blancas en invierno. Las plantas perennes se adaptan a las condiciones del invierno creciendo muy pegadas al suelo.

Turba y hielo



Los pantanos de la tundra están formados por pequeñas elevaciones, *palsas*, separadas por depresiones anegadas. Cuando se hiela, la turba se eleva, formando diminutas colinas. En verano sólo se deshielan unos cm superficiales. Al invierno siguiente absorben más agua, que se hiela, y aumentan las palsas.

Camuflaje invernal
El paisaje de la tundra cambia espectacularmente del verano al invierno. La ausencia de vegetación protectora hace doblemente necesario el camuflaje invernal blanco, tanto de predadores como de presas. Gracias a la capa blanca liebre corre menos peligro de ser localizada, el color blanco del zorro ártico en invierno le permite acechar a su presa. Este cambio de color no lo causa la nieve directamente, sino las variaciones de luz. Así, en los inviernos con poca nieve, es fácil distinguir a los animales blancos sobre el suelo oscuro, mientras que en las primaveras con mucha nieve sucede lo contrario. Los animales migratorios (reno) y los que se entierran (lemings) no necesitan cambiar de color.



La montaña

En relación con el tamaño de la Tierra, las montañas más altas son como simples arrugas en su rostro. La altura del Everest es setecientas veces menor que el radio del globo, y el Himalaya apenas se apreciaría desde el espacio, con excepción de los diferentes colores de la vegetación de los diversos niveles. Y en relación a la zona de llanuras, las zonas de muy alta montaña son igualmente reducidas.

Diferencias de altura aparentemente pequeñas sobre el nivel del mar pueden entrañar grandes diferencias de clima, de flora y de fauna. Con un aumento de unos cientos de metros, el medio puede cambiar tanto como si se acercara varios cientos de kilómetros hacia los Polos. La ecología de las montañas es, pues, muy distinta de la de las llanuras vecinas. Las montañas influyen también en el clima de las llanuras, modificando la circulación del aire, las precipitaciones y las corrientes de los ríos.

Las zonas ecológicas de la montaña

La clara disposición de las laderas montañosas en «pisos», cada uno con su propia vegetación, demuestra la relación entre ecología y altura. En muchos casos, los picos más elevados carecen de vegetación, con rocas desnudas, nieves perpetuas y glaciares. Los glaciares son más comunes en el lado de barlovento, donde la turbulencia del aire forma profundos ventisqueros.

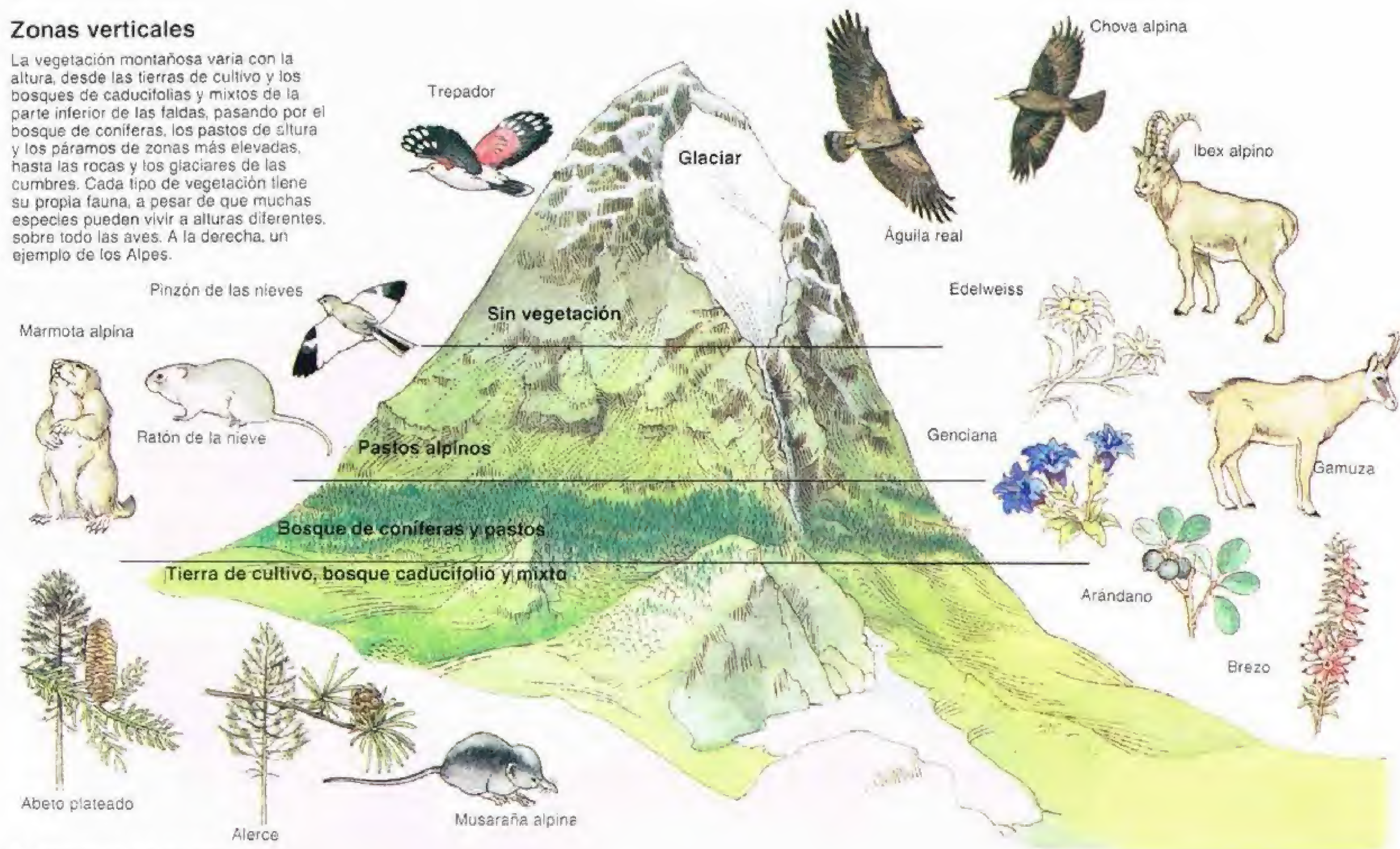
Por debajo de la línea de nieves se encuentran los pastos alpinos y los páramos cubiertos de matorrales. Aquí las especies no suelen ser las mismas de la tundra ártica, aunque las condiciones son similares. En las regiones montañosas con escarpadas pendientes, el límite de bosques está marcado de forma clara, mientras que en las montañas subárticas más bajas hay una zona de transición muy parecida a la existente entre el bosque de coníferas y la tundra, con bosques de abedules cada vez más degradados. La temperatura es el principal factor determinante del límite de bosques, al igual que del límite entre bosque y tundra, aunque el viento y la duración de las nieves de primavera desempeñan también un papel importante. En las regiones tropicales montañosas hay zonas de transición específicas y diferenciadas de bosques brumosos.

En las zonas templadas, el bosque de coníferas comienza a veces directamente en el límite de bosques, sin la zona de transición del bosque de abedules degradado. En los Alpes el árbol más característico es el abeto plateado. En esta zona son frecuentes los pastos. La palabra «Alp» significa realmente pasto de montaña en alemán. A medida que el bosque va descendiendo por la ladera, aumenta la proporción de árboles caducifolios, aunque más abajo la vegetación natural está muy transformada por la agricultura.

Debido a su movilidad, los animales están menos limitados que las plantas a zonas concretas. Incluso por encima del límite de bosques existen numerosas especies de animales grandes, incluyendo el reno, el águila real y, en Asia, el leopardo de las nieves.

La montaña y el hombre

En las regiones montañosas las precipitaciones son abundantes. Los arroyos bajan por las pendientes de montañas y glaciares, formando rápidos y cascadas. Más abajo, estos arroyos se unen formando ríos. En los Alpes nacen los ríos más grandes de Europa (el Rhin, el Ródano, el Danubio, el Po), mientras que el Indo, el Ganges, el Mekong y el Yang Tse (Azul) nacen todos en el Hima-



Zonas verticales

La vegetación montañosa varía con la altura, desde las tierras de cultivo y los bosques de caducifolias y mixtos de la parte inferior de las faldas, pasando por el bosque de coníferas, los pastos de altura y los páramos de zonas más elevadas, hasta las rocas y los glaciares de las cumbres. Cada tipo de vegetación tiene su propia fauna, a pesar de que muchas especies pueden vivir a alturas diferentes, sobre todo las aves. A la derecha, un ejemplo de los Alpes.

Montañas de cuatro continentes

A la derecha, perfiles de América del Norte, América del Sur y África, en dirección oeste-este, a lo largo de un paralelo, y norte-sur a través de Asia, a lo largo de un meridiano. Se hallan todos en la misma escala longitudinal, si bien la escala vertical está aumentada. A pesar de ello, la impresión de que llanuras y montañas están claramente delimitadas es correcta.



laya. En los valles el agua corre más lentamente, depositando los sedimentos, por lo que los suelos suelen ser más fértiles y estar más poblados.

En contraste, el medio montañoso es duro. Muchos de los cultivos tradicionales del hombre no crecen a grandes alturas. Las tribus y los pueblos que pudieron asentarse en las llanuras prefirieron permanecer en ellas, engendrando el tradicional antagonismo entre los «civilizados» habitantes de las llanuras y los «bárbaros» montañeses que se da en todo el mundo. En Occidente, incluso en épocas muy recientes, la gente «educada» consideraba la montaña como un horrible desierto. A partir del Renacimiento se dieron excepciones, Petrarca y Rousseau entre otros, aunque el gran cambio de actitud no se dio hasta la llegada del Romanticismo, a principios del siglo XIX. Por entonces, carreteras, ferrocarriles, puentes y túneles habían facilitado el acceso a las montañas. Hoy día las montañas de Europa y América del Norte son lugares de recreo en los que los excursionistas buscan descanso y paz, objetivos cada vez más difíciles de obtener en la locura de los modernos centros de vacaciones.

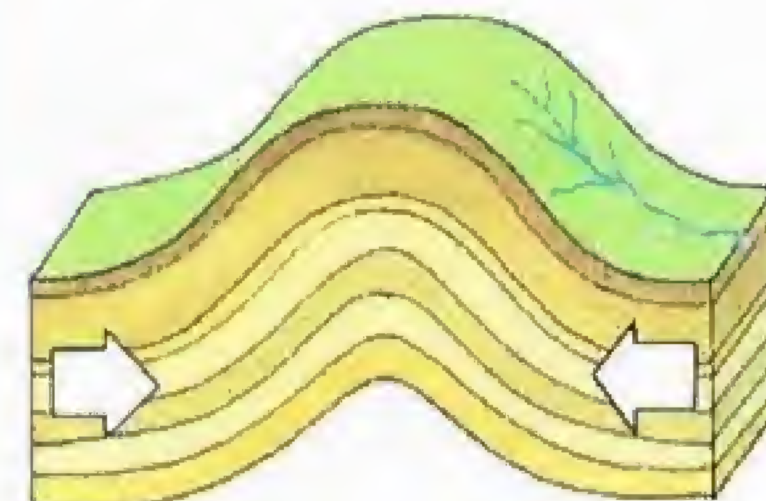


Las regiones montañosas del mundo
se encuentran donde han entrado en colisión las placas de la corteza terrestre, produciendo pliegues. Los Andes, los Alpes y el Himalaya están aún en proceso de formación mediante continuos movimientos de placas. Las montañas de Escandinavia y de Escocia fueron las primeras en formarse hace unos 500 millones de años.

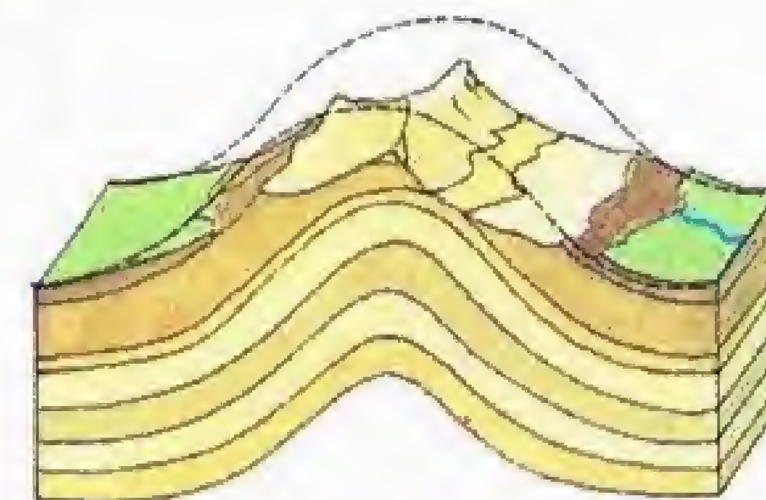
Formación de una montaña



En general, las rocas que forman la corteza terrestre están colocadas unas sobre otras en capas horizontales, ya que los sedimentos se depositaron en el agua. La capa superior está cubierta de suelos móviles con vegetación.



Las fuerzas de compresión de origen tectónico hacen plegarse a la corteza, formando una cadena montañosa. El agua corre a gran velocidad por las pendientes escarpadas, provocando una erosión excepcionalmente rápida.



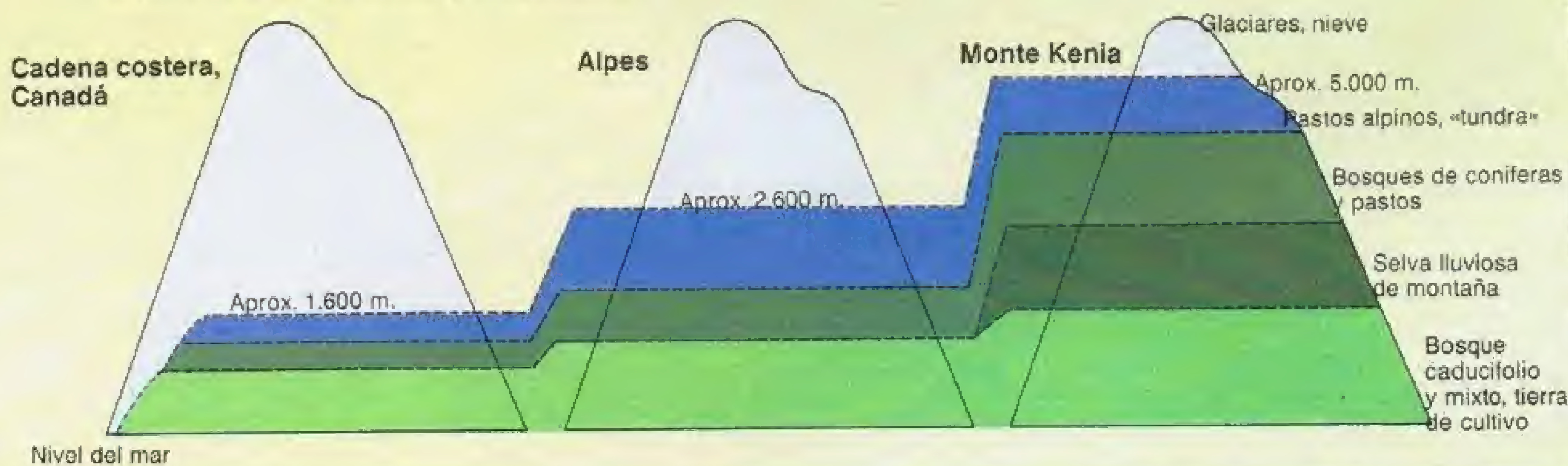
La erosión del agua y de los glaciares esculpe el típico relieve montañoso, con sus cumbres y precipicios, aunque al mismo tiempo esta erosión hace descender la superficie del suelo por debajo de su nivel original (línea discontinua).

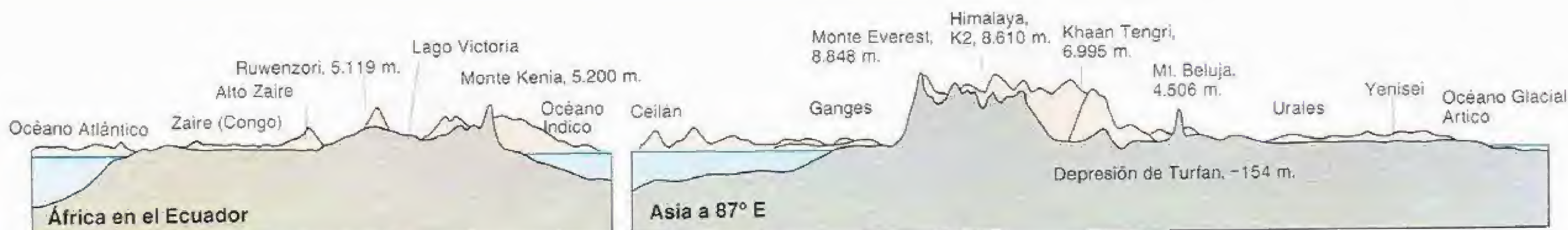
El alpinismo
es una afición espectacular y peligrosa apreciada por poca gente. Otras personas menos adiestradas buscan también recreo en las montañas, sin evitarlas como sucedía en el pasado.



Las diversas alturas y el clima
Las zonas de vegetación de las montañas son muy parecidas en todas partes. Las nieves del Kilimanjaro y del Monte Kenia son fragmentos del Ártico en el Ecuador; por debajo de ellas, la vegetación es de páramo y del tipo tundra. Los límites de las nieves perpetuas se encuentran a mayor altura en África que en Canadá, como sucede con las otras zonas. Las montañas ecuatoriales de África tienen también un cinturón de bosques tropicales de montaña que sólo existen en los trópicos. En Canadá, el clima frío y las abundantes precipitaciones hacen que los glaciares de la costa oeste lleguen hasta las costas del Pacífico.

Montañas subárticas y tropicales





Vivir de la tierra

El ciclo de cultivos

Roza de tierras tropicales

La roza por fuego de las regiones de bosque y sabana es una de las formas más antiguas de agricultura. He aquí un ejemplo (derecha) de cómo se realiza en las montañas de Nueva Guinea. Tras 14-24 meses, los campos se abandonan y el bosque recupera la tierra, que permanece varias décadas en reposo. Si la repoblación se desarrolla de manera ininterrumpida, los efectos sobre el medio son mínimos. Pero cuando el aumento de la población y la pobreza obligan a realizar métodos de desforestación más inexorables, se puede producir la destrucción de todo el sistema ecológico.



Se desbroza el suelo y se queman árboles y ramas. Los minerales de las cenizas nutren el suelo. Los tocones de los árboles y los grandes troncos se dejan donde estaban, contribuyendo a impedir la erosión de las abruptas vertientes montañosas.

Se cercan los campos para mantener alejados a los animales. Se plantan taros, ñames, judías, plátanos, etc., en parcelas mixtas a fin de que las varias capas de vegetación protegan el suelo de las lluvias violentas, al tiempo que se obtiene el mayor aprovechamiento del sol.

Cultivo de arroz

De todos los cereales del mundo, el arroz es el más utilizado como alimento base, siendo en su mayoría de arrozal, lo que requiere un sistema de regadío eficaz. Las comunidades del sureste asiático y del sur de China están muy influidas por las necesidades y las labores del cultivo de arroz. Según el clima local, un campo puede dar hasta tres cosechas al año, aunque la mayoría de campesinos emplean un sistema de rotación de cultivos. Un «cultivo» alternativo es el pescado, que puede criarse en los anegados arrozales.

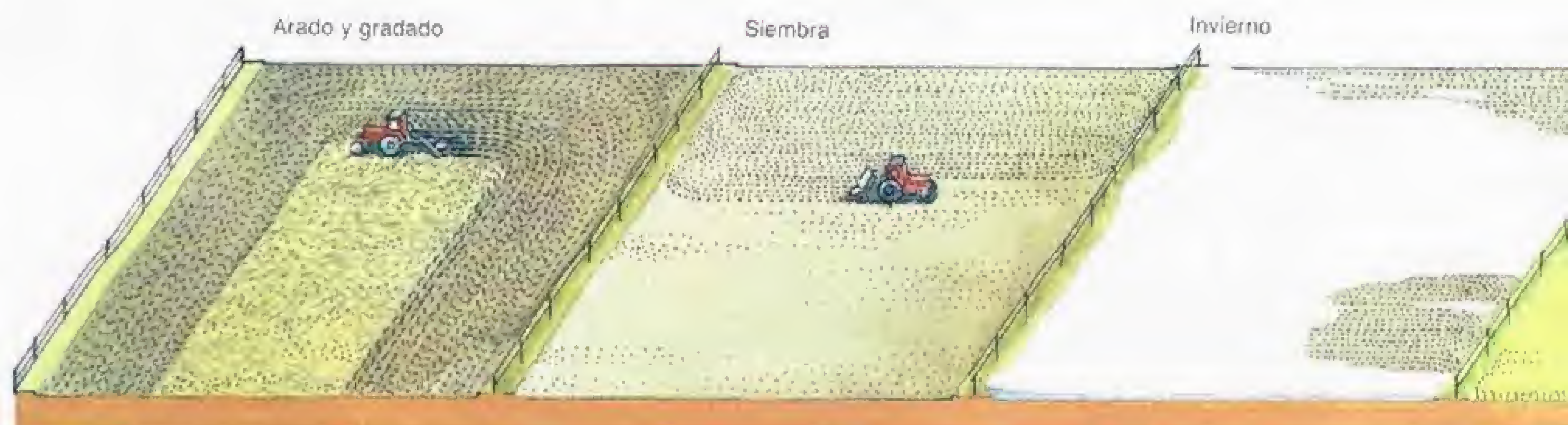


Se anega el campo. Se prepara el suelo con azadones, arados tirados por búfalos y motocultivadoras, creando una capa de barro en el fondo. Las orillas que separan los campos retienen el agua y sirven de senderos.

Las plantas de arroz, germinadas en semilleros, se plantan a mano en el barro. El cultivo de arroz requiere mucha mano de obra, aunque ésta abunda tanto y es tan barata que no sería rentable mecanizar totalmente el sistema.

El trigo de invierno

es un cultivo importante de las zonas templadas. Todos los cereales son especies herbáceas cultivadas, y la siembra del trigo en otoño imita el ciclo reproductivo normal de las hierbas: las plantas maduras echan sus semillas en otoño, permaneciendo en estado latente en invierno y germinando en primavera. *Otra variedad es el trigo de primavera:* las semillas se siembran en primavera y se cosechan en otoño del mismo año. En este caso, la cosecha se realiza a finales de la estación. El trigo de invierno es más apto para regiones con un período vegetativo corto.



Primero se ara y se grada el terreno. Esto retrasa el crecimiento de las malas hierbas, permitiendo adelantarse a los tallos de trigo. La siembra, antiguamente realizada a mano, está ahora totalmente mecanizada.

Es beneficioso que en el invierno la tierra esté protegida contra las heladas por una capa aislante de nieve. Un invierno frío con poca nieve suele dar una cosecha pobre. En cuanto la nieve se funde y el sol calienta la tierra, las semillas empiezan a germinar.

La transición a la agricultura se ha producido en muchos casos como reacción ante una crisis local de escasez de alimentos. Cazadores y recolectores tienen excelentes conocimientos de biología práctica y no es la ignorancia lo que les impide cultivar la tierra. Pero mientras pueden mantener la vida libre del cazador no se sienten inclinados a dedicarse a las arduas y monótonas faenas agrícolas. La agricultura surge en zonas en las que una población en crecimiento ha iniciado un asentamiento permanente y han empezado a escasear las fuentes tradicionales de alimentos. Esto sucedió en el Próximo Oriente hace entre 8.000 y 10.000 años. Allí, los cereales híbridos del género *Triticum* desempeñaron un papel importante en la alimentación. Cuando dejaron de recogerse las semillas de las cosechas silvestres, recolectándose en campos cultivados, la hierba se convirtió en trigo cultivado.

Los primeros prehistoriadores consideraban a la ganadería como una actividad más «primitiva» y, consecuentemente, más antigua que la agricultura. No es así. Fueron los agricultores quienes empezaron a criar ovejas y cabras, vacas y cerdos para complementar su régimen de cereales con carne y leche. La ganadería nómada constituye una adaptación ecológica a las zonas áridas en las que la agricultura es una actividad precaria.

La transición a un hábitat permanente y la agricultura constituyeron una revolución: podía aumentar la población y se podían cobrar impuestos a los campesinos para alimentar a reyes, sacerdotes, escribas y soldados. La agricultura abrió el camino de la diferenciación social y de la especialización, aunque a pesar de todo no fue en conjunto una bendición. Se cree que la dieta desequilibrada y las enfermedades contagiosas acortaron la media de vida, y muchos de los primeros asentamientos quedaron literalmente sepultados en sus propias basuras.

La mayor parte de la población mundial sigue dedicada a la agricultura. Entre el 75 y el 90 por 100 de los habitantes del Tercer Mundo trabajan la tierra, aunque lo que producen apenas llega para cubrir sus necesidades. El excedente comercializable es pequeño; el objetivo de la agricultura es la subsistencia. Por otro lado, en los países industrializados no pasan del 5 al 10 por 100 las personas dedicadas a la agricultura comercial, aunque sus «cultivos comerciales» alimentan a todo el país. ¿Cómo se ha llegado a esta diferencia?

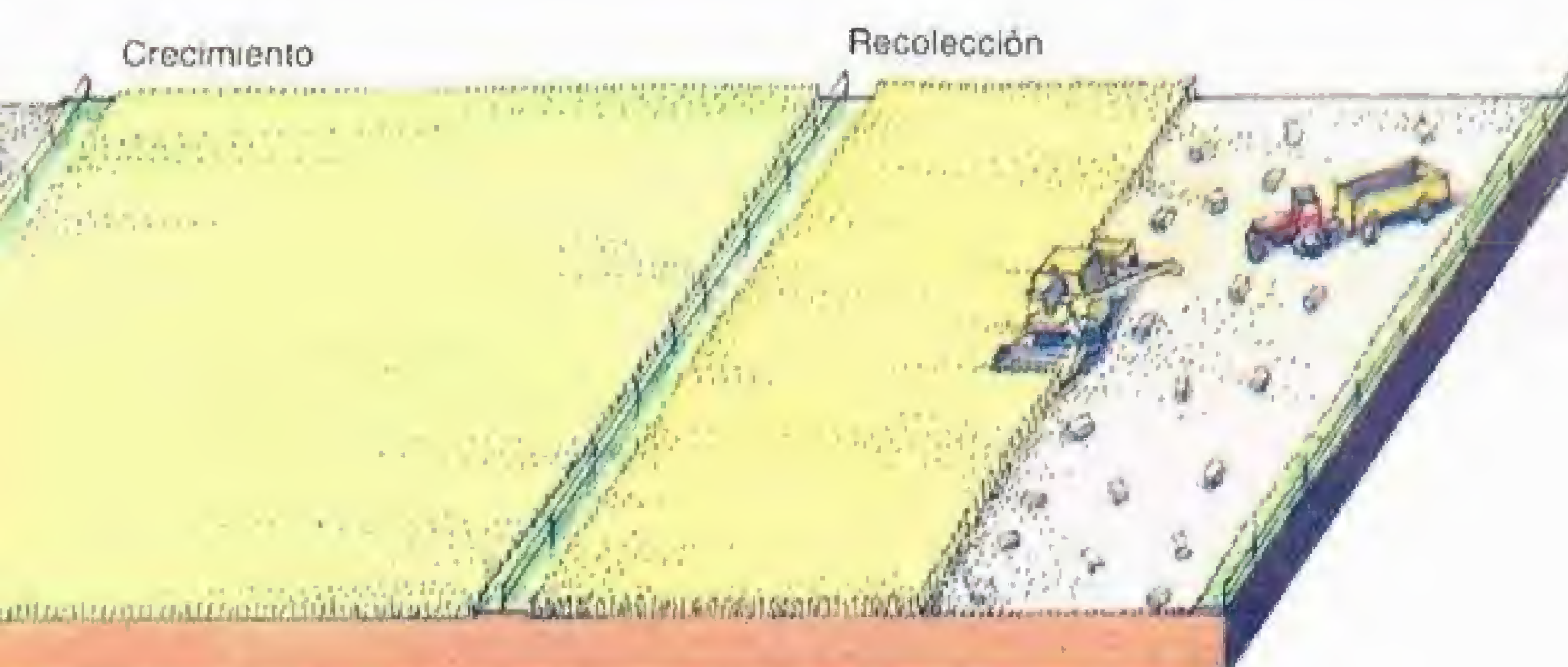
La agricultura fija la energía solar en alimentos energéticos. Esta producción de energía comestible requiere cierta aportación de trabajo. En la agricultura «primitiva» la aportación consistía



Durante el breve periodo de cultivo empiezan a crecer nuevos árboles, actividad propiciada por los agricultores; las cercas los protegen de los animales. Así, cuando se abandonan estos campos el proceso de repoblación es muy rápido.



Cuando surgen las espigas de arroz, se drena el campo; la maduración y la recolección se llevan a cabo sobre suelo seco. La hoz y el balancín siguen siendo los aperos más importantes en las zonas arroceras de Asia.



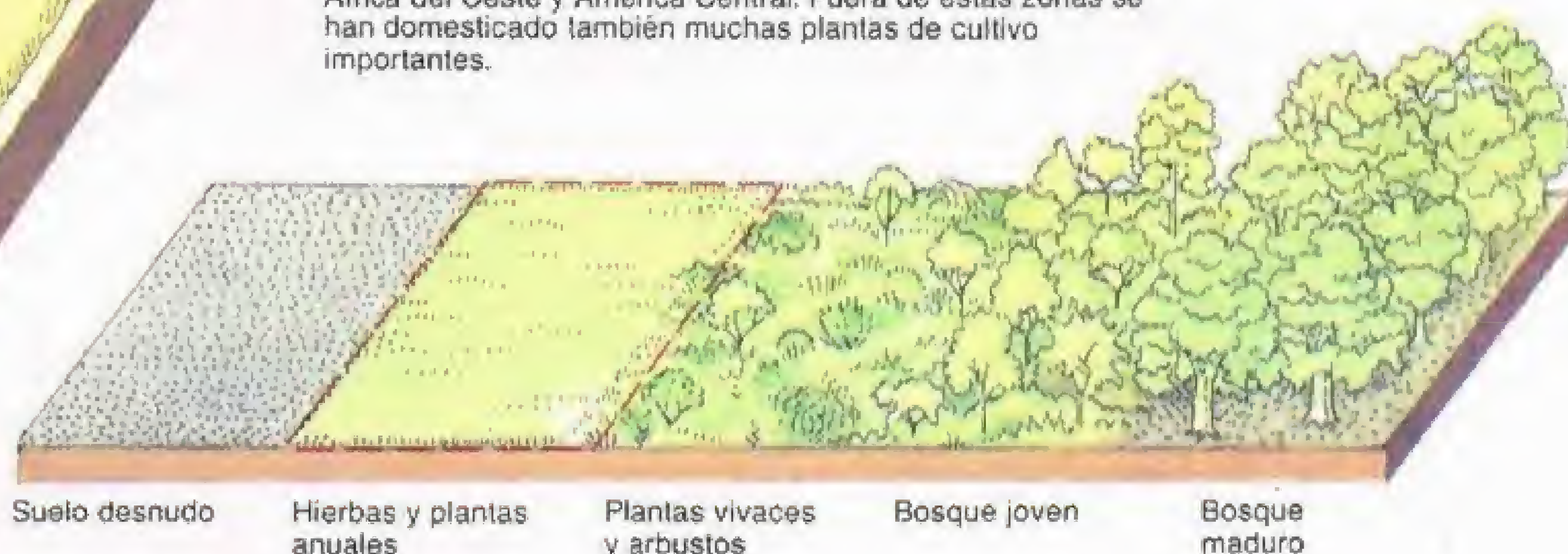
Normalmente hay que combatir las malas hierbas en la época de cultivo. La recolección es una operación delicada muy dependiente del buen tiempo, ya que el grano húmedo se deteriora rápidamente; tiene que ser un proceso rápido, por lo que está muy mecanizada.

principalmente en fuerza muscular, la energía de hombres y animales que, a su vez, provenía del alimento que acaban de producir. Este equilibrio energético agrícola produce un excedente que puede utilizarse para otras actividades. Los modernos métodos de cultivo son mucho más productivos, aunque esta alta productividad se obtiene mediante una masiva aportación de energía de otro origen, generada industrialmente: combustibles, fertilizantes, pesticidas, regadíos mecánicos y transporte. Esta contribución global es tan ingente que no puede obtenerse de la energía solar fijada, sino que proviene en su mayoría del carbón y del petróleo. Así, en términos estrictamente energéticos, la agricultura moderna es deficitaria. Pero el rendimiento global es impresionante, a pesar de que los sistemas intensivos tradicionales del Sureste asiático producen probablemente el mayor rendimiento por unidad de superficie.

Así pues, la agricultura moderna es imposible sin una base industrial. Pero el alimento que consumimos en la sociedad industrial procede casi exclusivamente de la agricultura, por lo que puede decirse que vivimos en una sociedad agrícola. Si nuestro sistema agrícola se viniera abajo, la avanzada tecnología industrial no nos salvaría del hambre.

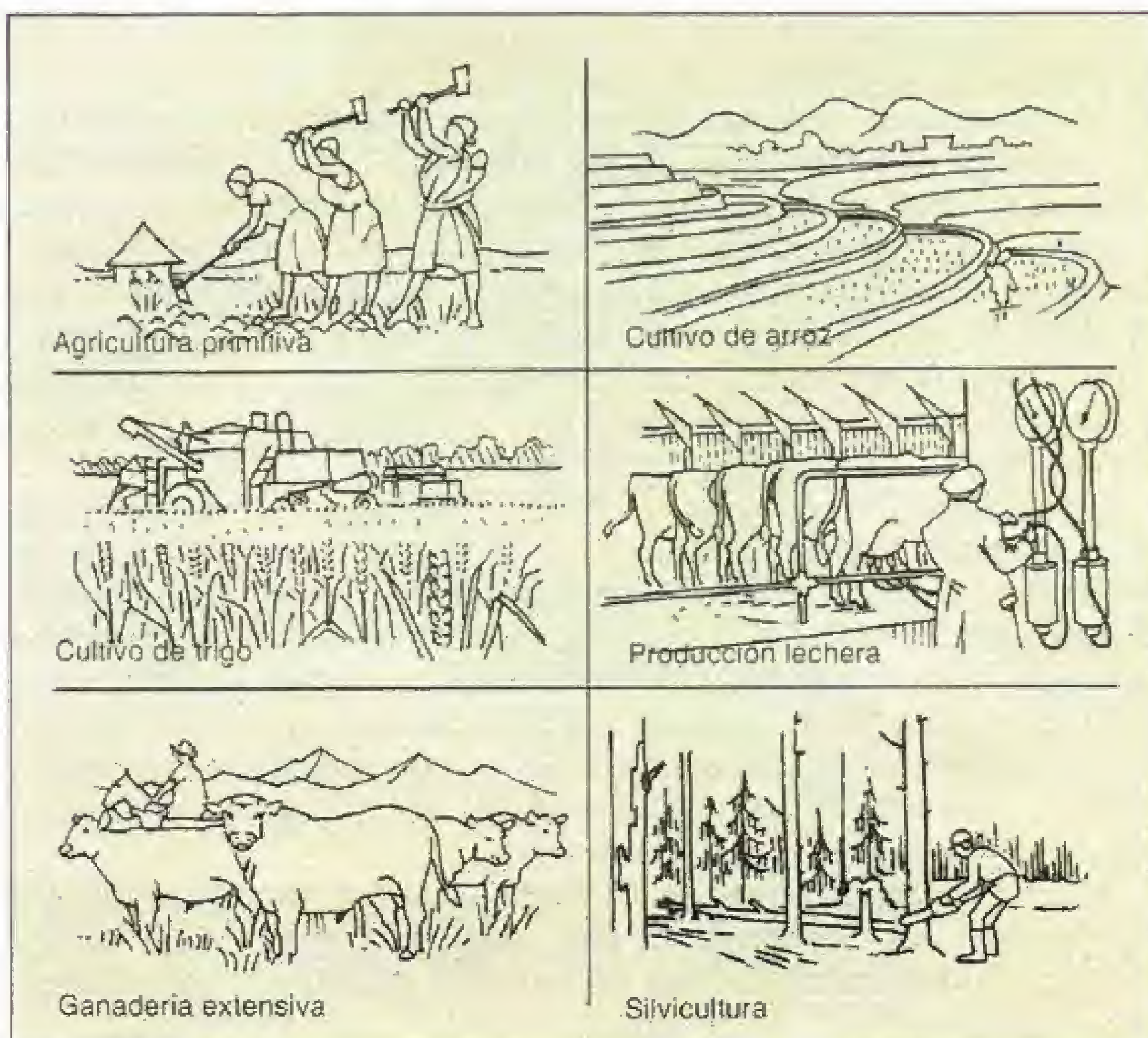


Revoluciones agrícolas
Los primeros pasos de la caza y la recolección a la agricultura se dieron de forma independiente en al menos cuatro regiones: las mesetas de Irán, el Sureste asiático, África del Oeste y América Central. Fuera de estas zonas se han domesticado también muchas plantas de cultivo importantes.



Sucesión natural
Si se desbroza una franja de tierra, y se deja libre, las primeras plantas que crecen en ella son hierbas y plantas anuales. Tras uno o dos años surgen las vivaces, a las que les siguen los árboles jóvenes. En zonas de clima favorable la vegetación terminal está formada por bosques maduros. En la primera fase de esta sucesión (rectángulo punteado), el ritmo de crecimiento de la biomasa en intenso. El agricultor mantiene la tierra en condiciones óptimas de producción erradicando las malas hierbas, alternando las cosechas y enterrando al arar el excedente de biomasa.

El aprovechamiento de la tierra fértil
En la mayor parte del Tercer Mundo se sigue practicando la agricultura de subsistencia mediante aperos simples. Los campos de arroz en terraza han creado un «paisaje arrocero» único en el este asiático. La producción de trigo y leche predomina en las zonas templadas, mientras que la ganadería extensiva tiene importancia donde las lluvias son escasas y es imposible el regadío. La silvicultura es una industria mecanizada. Los árboles crecen lentamente, con un periodo de maduración de entre 20 años en los trópicos y 150 años en los climas fríos.



La urbanización

La urbanización del paisaje

Los emplazamientos donde se alzan nuestras ciudades fueron anteriormente tierra virgen que el hombre fue conquistando gradualmente. Las poblaciones han ido creciendo paulatinamente a lo largo de los siglos. Este proceso gradual y continuo no conduce necesariamente a la urbanización, pero la ciudad se forma en cierta fase de esa progresión. Se suele diferenciar claramente del campo circundante, desarrollándose cierto intercambio e interacción entre los dos medios.

Paisaje natural
La mayor parte de la Europa septentrional fue anteriormente bosque natural con algunos sencillos refugios temporales de cazadores o labradores dedicados a la agricultura primitiva. Los únicos medios de transporte eran a pie y a caballo. La gente vivía en tribus o clanes.

Los pioneros
Debido a la escasez de tierra en las zonas agrícolas, la gente desbroza nuevas tierras en los bosques. El aumento de la población dificulta la agricultura nómada y requiere una vida más asentada. Esto a su vez exige mejores métodos de cultivo y una organización social más estable.

Paisaje agrícola
Los claros se unen y forman regiones agrícolas, y las granjas se convierten en aldeas. Sólo se permiten los bosques en tierras difíciles de trabajar. Las tierras marginales se emplean para el pastoreo, éstas y los bosques son tierras comunales propiedad de toda la aldea.

La ciudad medieval
Las aldeas situadas en un cruce de caminos de dos rutas comerciales o donde se establece una autoridad temporal o eclesiástica empiezan a dedicarse al comercio. Los habitantes protegen sus propiedades y privilegios construyendo un muro; aunque durante mucho tiempo sigue habiendo huertos y establos dentro de los muros.
Las ciudades no empiezan a adquirir un carácter verdaderamente urbano hasta que no se produce un aumento de la prosperidad y de la población.



Un conjunto de edificios o una agrupación de población en un punto no constituyen necesariamente una ciudad. Hay regiones agrícolas en Java, por ejemplo, donde la densidad de población es mayor que en muchas ciudades europeas, sin ser zonas urbanas. La definición de ciudad o población es principalmente funcional: los habitantes se especializan en campos distintos de la producción de alimentos y de materias primas. Se dedican a la industria, al comercio, a los servicios, a la administración, a la investigación y al desarrollo.

La relación ciudad-campo no ha sido siempre fácil. En la mayoría de las primeras civilizaciones, la población rural se hubiera desenvuelto igual o mejor sin ciudades. Hasta la aparición de la ciudad industrial, la comunidad urbana no pudo ofrecer a la rural algo valioso a cambio de sus alimentos y materias primas: productos industriales (maquinaria, productos químicos) para aumentar la producción agrícola.

Las primeras ciudades
Las aldeas donde residían los poderosos y donde concentraban los productos excedentarios de sus súbditos se convirtieron en las primeras ciudades. Aquí moraban no sólo los gobernantes, sino los sacerdotes que sostenían el poder de los gobernantes, los soldados que exterminaban a sus enemigos, los administradores, los artesanos y los criados, y los comerciantes que dirigían el intercambio de productos entre las diferentes ciudades. Este modelo existía hace unos 5.000 años en las ciudades estado del Próximo Oriente (Sumeria, Egipto) y en todo Asia.

Las ciudades más antiguas crecieron de manera espontánea y con poca planificación. En Ur y en Troya las sucesivas capas de desechos se iban acumulando gradualmente, y bajo los cimientos del moderno Londres se encuentran las ruinas del Londinium romano. La defensa y el tráfico de vehículos imponían a veces cierto grado de planificación, aunque era básicamente la facción gobernante la que determinaba el desarrollo según sus necesidades particulares. Las amplias avenidas y palacios contrastaban fuertemente con las chozas de los pobres.

Algunas ciudades de Asia Occidental tienen una historia que se remonta a las civilizaciones más antiguas. Jericó es probablemente la ciudad habitada más antigua del mundo (desde aproximadamente el año 8000 a. de C.), y se cree que Damasco sería la segunda más antigua.

El urbanismo
En Occidente los romanos fueron los primeros que realizaron un urbanismo a gran escala. La mayoría de las ciudades medievales europeas se desarrollaron de manera espontánea, aunque las ciudades de nueva creación se planificaban ya con una red regular de calles. El urbanismo del Renacimiento y del Barroco tenía intenciones estéticas y simbólicas, en honor de Dios o de un príncipe terrenal. Los logros de este urbanismo pueden estudiarse en la Roma papal y en el París de los monarcas absolutos. No se tenían en cuenta las necesidades prácticas, sociales e higiénicas. En el siglo XVIII el viajero podía reconocer el hedor de Hamburgo mucho antes de avistar la ciudad. El crecimiento de la población urbana provocado por la industrialización estuvo acompañado de unas condiciones sanitarias pésimas y de miseria social. A mediados del siglo XIX una serie de epidemias de cólera obligó a las autoridades a instalar alcantarillado y traída de aguas y a introducir unas ordenanzas básicas de construcción, al menos en las ciudades de Europa Occidental. Esta legislación representó el nacimiento de las comunidades urbanas de nuestros días, altamente reguladas.

La megalópolis, ¿y después?
Las ciudades del mundo industrial han crecido en exceso, aunque una de las características de nuestro siglo es la tendencia de estas grandes ciudades a unirse en conurbaciones. Entre los ejemplos más representativos están la región de Boston-Washington («Boswash») en Estados Unidos, Randstand en Holanda y el distrito Rhin-Ruhr en Alemania. En el Tercer Mundo son los centros de las ciudades los que están creciendo o, más bien, están siendo asfixiados por la expansión explosiva de los suburbios de la periferia.

Los últimos censos de Estados Unidos indican que el crecimiento urbano se ha estabilizado. ¿Va a cambiar la antiquísima tendencia a la urbanización? Ya ha sucedido con anterioridad en la historia que las grandes ciudades se han convertido en aldeas o han desaparecido, como atestiguan Babilonia, Cartago o Troya.



Paisaje urbano

La ciudad anteriormente compacta y centralizada se ha convertido en un extenso paisaje urbano. El aumento de los precios del suelo entraña la construcción de edificios cada vez más altos, al tiempo que autopistas y complejos sistemas de tráfico cubren zonas cada vez mayores. Las ciudades del Tercer Mundo (derecha: Ciudad de México) tienen un aspecto superficial moderno, aunque sus funciones productivas están relativamente poco desarrolladas y una gran parte de sus habitantes carecen de un empleo regular. La movilidad social en estas ciudades y las oportunidades de empleos temporales atraen a un flujo constante de gente de las zonas rurales, donde las condiciones son aún peores.

La ciudad industrial

Las ciudades se desarrollan según un plan más regular, con calles pavimentadas, canalización de las aguas y sistemas de alcantarillado. Las fábricas se alzan en los extrarradios y sus chimeneas compiten con las torres y las agujas de las iglesias, formando su silueta. Se crea una estructura, con las actividades administrativas y comerciales en el centro y la industria y las viviendas de los obreros en las afueras.





Intercambio de servicios

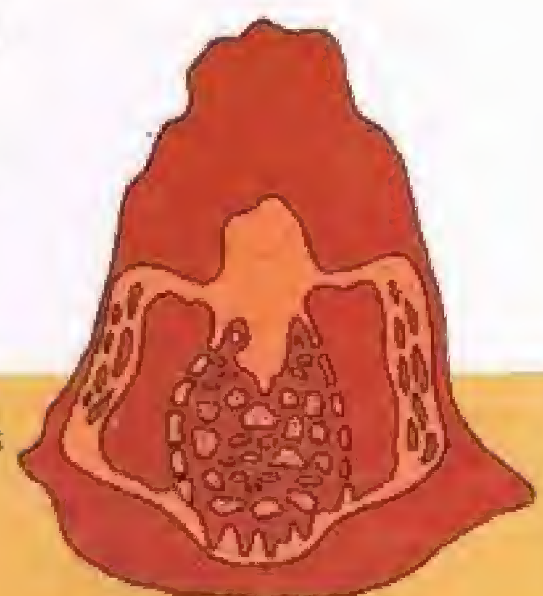
La ciudad depende de un intercambio continuo con todo el mundo que la rodea. La ciudad recibe del exterior materias primas, energía y alimentos, y a su vez ofrece productos acabados y servicios especializados.



La gran ciudad no sólo crece hacia arriba y hacia fuera, sino también hacia abajo. Bajo ella hay un mundo subterráneo de desagües, alcantarillas, túneles de tráfico, depósitos, etc.

Ciudades de insectos

Con sus túneles y cámaras, el hormiguero y la termitera (en un corte vertical en la ilustración) no se diferencian de las ciudades construidas por el hombre. Pero las comunidades de insectos no constituyen sistemas políticos, son organizaciones jerárquicas con fines reproductores, en las que todos sus miembros están relacionados genéticamente.



Las ciudades en expansión

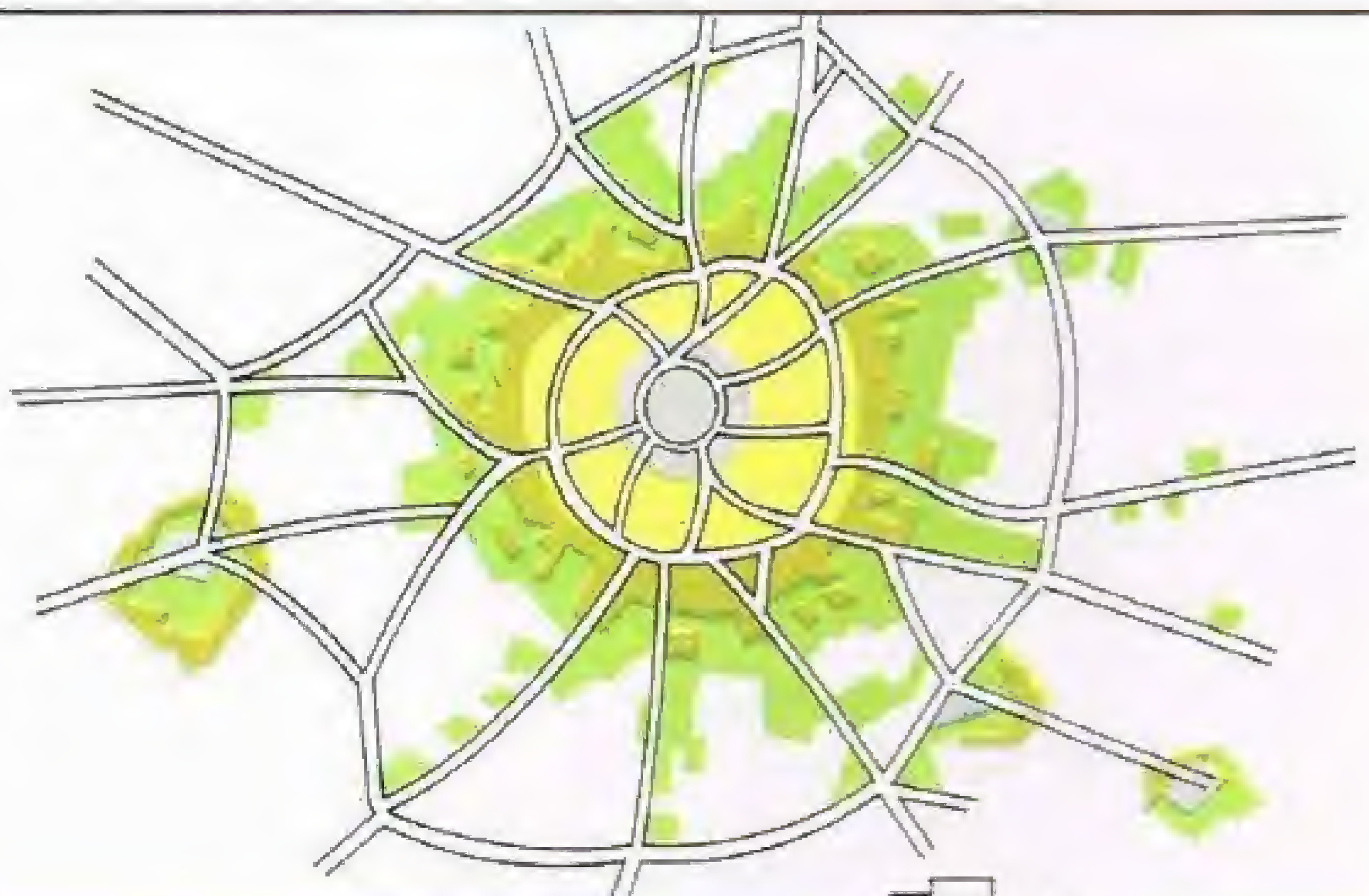
Las ciudades más grandes

Los centros comerciales e industriales de Europa y América del Norte fueron hasta hace poco las mayores ciudades del mundo. Actualmente, las ciudades en desarrollo del Tercer Mundo tienen mayor población. La falta de consistencia entre los límites administrativos y demográficos y la poca fiabilidad de las estadísticas hacen que sea difícil establecer comparaciones. La siguiente lista de las diez ciudades más grandes del mundo debe considerarse únicamente como aproximativa:

Ciudad de México	14 millones de hab.
Tokyo	11,6 millones de hab.
Shanghai	10,8 millones de hab.
Buenos Aires	10,3 millones de hab.
Nueva York	9,2 millones de hab.
Pekín	8,5 millones de hab.
París	8,4 millones de hab.
Moscú	8 millones de hab.
Seúl	7,8 millones de hab.
São Paulo	7,2 millones de hab.

Cómo crece una ciudad

El crecimiento de una ciudad crea una red de zonas diferenciadas. El núcleo histórico, dedicado a actividades administrativas y comerciales, está rodeado de una zona de construcciones antiguas de gran densidad. A continuación hay un cinturón industrial, seguido de zonas residenciales más recientes.
La presión sobre el centro se ve aliviada por ciudades satélites, que son pequeñas reproducciones de la ciudad, con sus propios centros y zonas industriales.
El sistema de rutas radiales de transporte demuestra que su independencia es ilusoria. Este plano se basa en París; otras ciudades, sobre todo fuera de Europa, pueden tener una estructura diferente por razones históricas.



Ciudad satélite



Los tesoros del subsuelo

Una mena es un mineral que contiene una concentración de metal que hace rentable su extracción. La definición de mena es, pues, básicamente económica. Debido a las grandes variaciones en los precios de las materias primas, puede que un mineral cuya extracción no sea rentable hoy lo sea mañana, y viceversa. Pero no sólo tienen importancia económica las menas metálicas; también se explotan numerosos minerales industriales, de la cuarzita y la dolomita para los hornos de las acerías, a la arena y la arcilla para las industrias del cemento y de la construcción.

Menas metálicas

Los metales son componentes escasos en la corteza terrestre. Las menas explotables aparecen cuando un magma rico en metales se eleva de estratos más profundos del interior de la Tierra, o cuando los compuestos metálicos del suelo o del fondo de los mares se concentran por procesos naturales.

El proceso de formación de las menas en la corteza continental se conoce desde hace tiempo, aunque durante mucho tiempo no se supo cómo se formaban bajo el mar. A finales de los años 1970 se realizaron notables descubrimientos cuando los submarinos de investigación descendieron a las dorsales centro-oceánicas de la cuenca del Pacífico. Los científicos observaron cómo las fuentes termales arrojaban un agua metalífera negra, que formaba conos de minerales metálicos. La teoría de la tectónica de placas explicaba así la formación de otras menas, mostrando cómo, por qué y dónde se eleva el magma a través de la corteza. Esto tiene lugar principalmente en zonas adyacentes a aquellas en las que la placa de corteza oceánica es empujada hacia abajo por una placa vecina, hasta fundirse con el manto.

La minería a través de los tiempos

La minería es tan antigua como el uso de los metales por el hombre. Se han encontrado numerosas minas de sílex del final de la Edad de Piedra en el noroeste y centro de Europa. La extracción de los metales de las menas requería ciertos conocimientos de metalurgia y la capacidad de generar y regular el calor. La minería no cambió de forma apreciable hasta el final de la Edad Media. Por entonces, las minas del centro de Europa eran tan profundas que se necesitaban bombas y maquinaria de acarreo movidas por energía hidráulica. Durante el siglo XIX, la minería se mecanizó, con innovaciones tales como ascensores y ventiladores movidos por vapor. La mina más profunda del mundo actualmente es una mina de oro de Suráfrica, con una profundidad de 3.859 metros.

Muchas menas se extraen de minas a cielo abierto, otras del subsuelo. Actualmente, la mena se concentra en el lugar de la mina y después es refinada y el mineral concentrado en polvo o en pequeños bloques. Las menas no ferrosas, especialmente las menas de azufre contienen diversos metales que hay que separar por procesos químicos y físicos.

La metalurgia

Hasta el siglo XVIII casi todos los procesos metalúrgicos empleaban carbón vegetal, que actuaba como fuente de calor y como agente reductor de los óxidos de la mena. Posteriormente, la industria siderúrgica empleó procesos de coque. La moderna side-

Cómo se forman las menas

La mayoría de los metales empleados por el hombre son elementos pesados, aunque no se suelen encontrar en la corteza terrestre, cuyos principales componentes son sílice y aluminio. Los metales más pesados, principalmente hierro, se hundieron en el interior de la Tierra cuando el joven planeta empezó a recalentarse desde dentro, desarrollando su actual estructura de núcleo, manto y litosfera, cada uno con diferente composición química. Las menas se forman cuando ascienden por encima del manto terrestre magmas o soluciones metalíferas. Aún se sabe muy poco sobre los procesos que tienen lugar en el manto, aunque sí se sabe qué pasa cuando los minerales fundidos llegan a la corteza. A la derecha se analizan los procesos más importantes.
Posteriormente, las menas de origen magmático pueden sufrir meteorización, ser arrastradas en forma de granos o pepitas, depositándose mediante sedimentación lejos del lugar de origen. Finalmente, ciertas menas pueden haberse formado por precipitación de soluciones metalíferas en terrenos pantanosos con alto contenido de sulfuro de hidrógeno.



Intrusión
El magma metalífero se eleva de debajo del manto terrestre, formando un yacimiento claramente definido en la corteza terrestre, o en la superficie como lava.

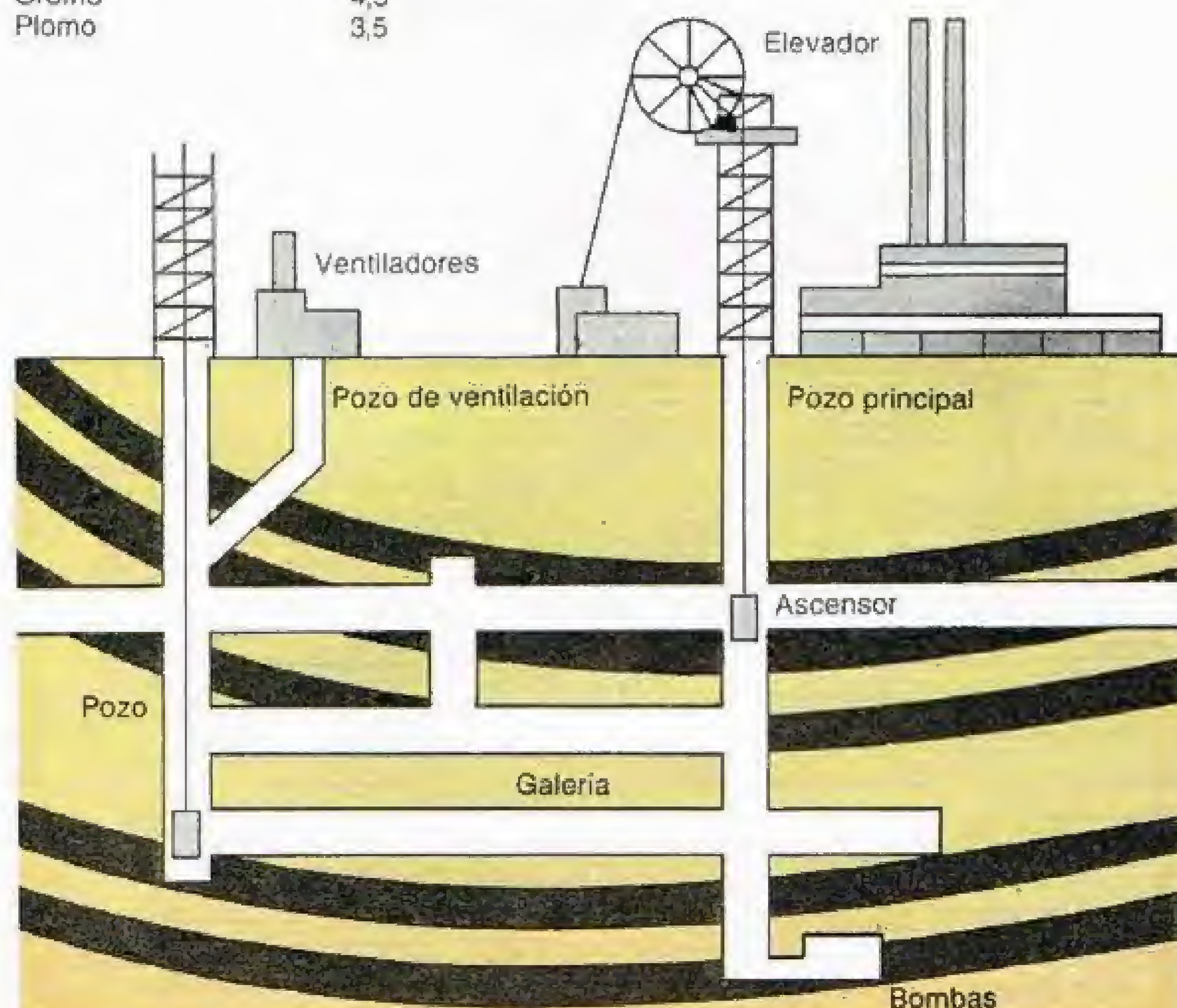
Los metales del mundo

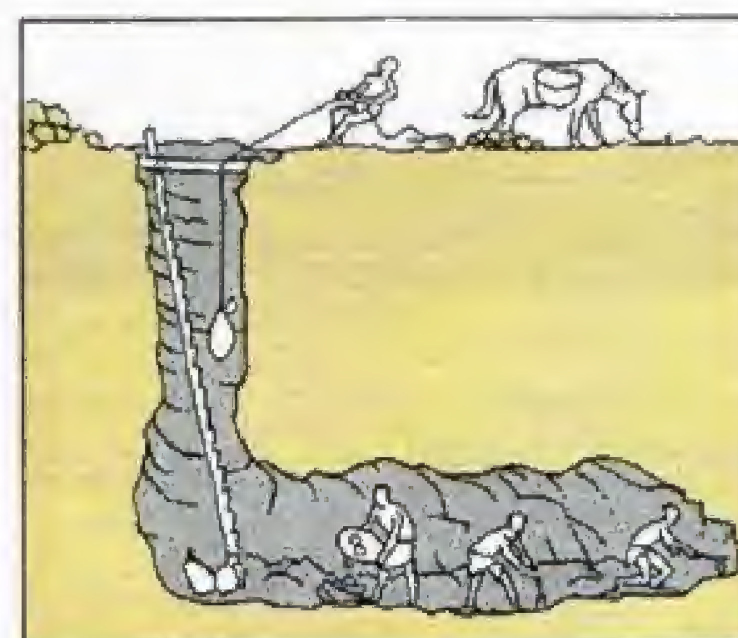
Metales más importantes y su producción anual (en millones de toneladas) a comienzos de la década de 1980:

Hierro	530,2
Aluminio	83,9
Manganeso	9,4
Cobre	7,9
Cinc	5,7
Cromo	4,3
Plomo	3,5

Minería subterránea

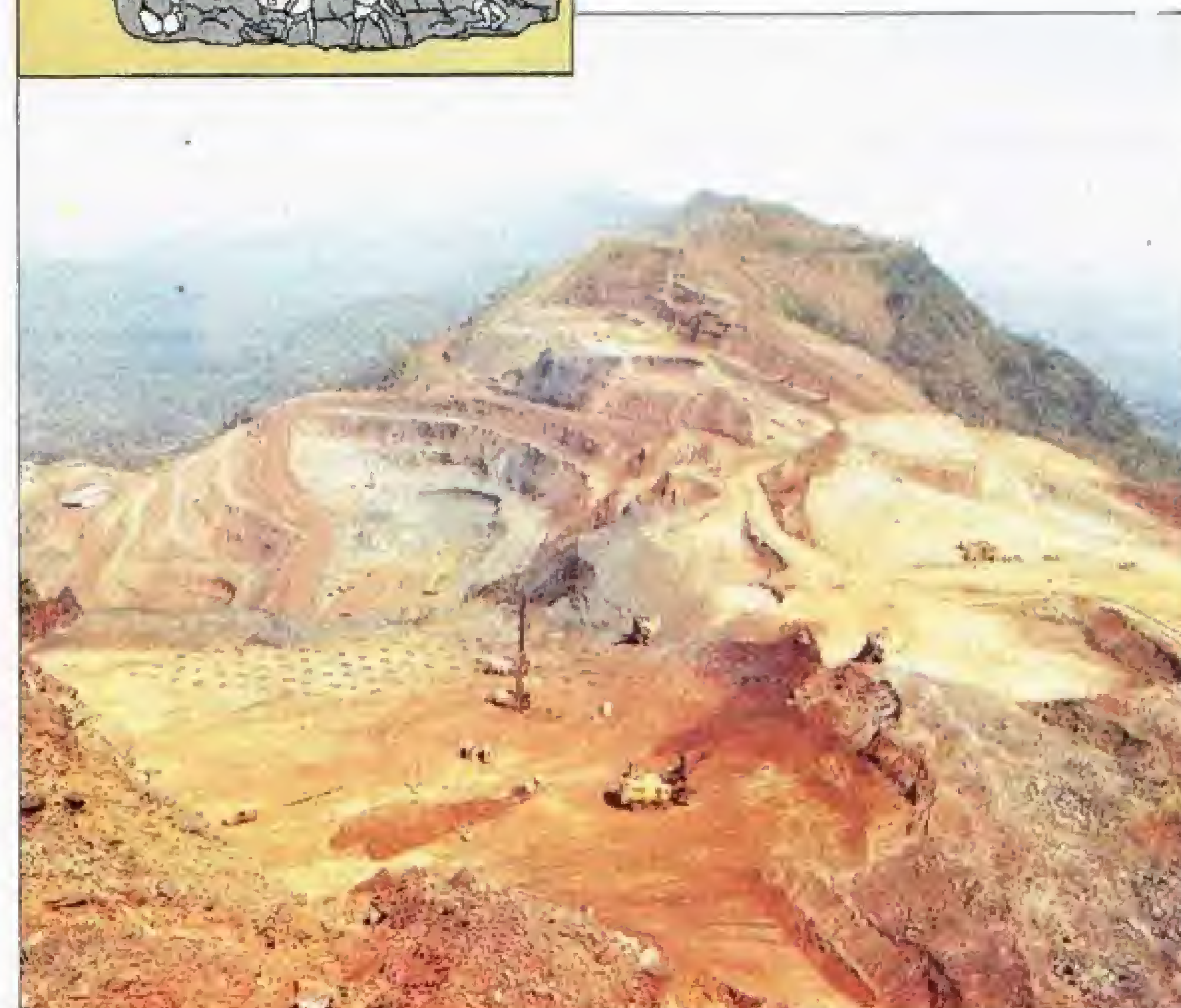
Pozos de entrada, de ventilación y de bombeo se perforan hasta el yacimiento, que se explota en galerías, grandes cámaras situadas a niveles cada vez más profundos. La mena se transporta en pequeños ferrocarriles o en camiones. Cada nivel dispone de sistemas completos de túneles de transporte, talleres, almacenes, etc.

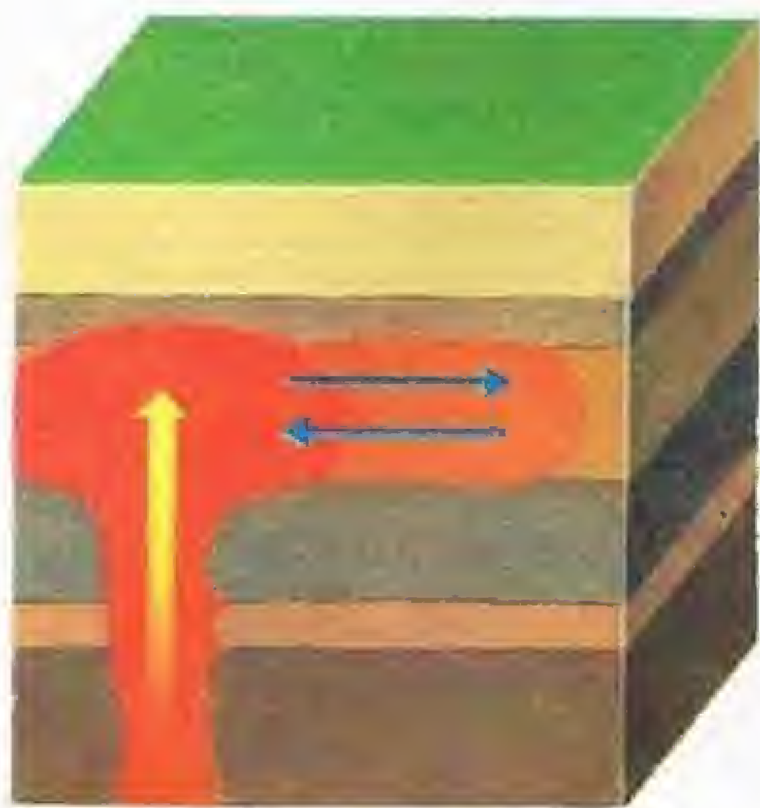




La minería, ayer y hoy

Las minas de sílex de la Edad de Hierro, las de cobre de la Edad de Bronce y las de hierro de la Edad Media eran muy parecidas (izquierda). La mina moderna es una industria mecanizada a gran escala. Abajo: minería de hierro a cielo abierto en Liberia. Muchas zonas mineras importantes están ubicadas lejos de los centros industriales tradicionales.

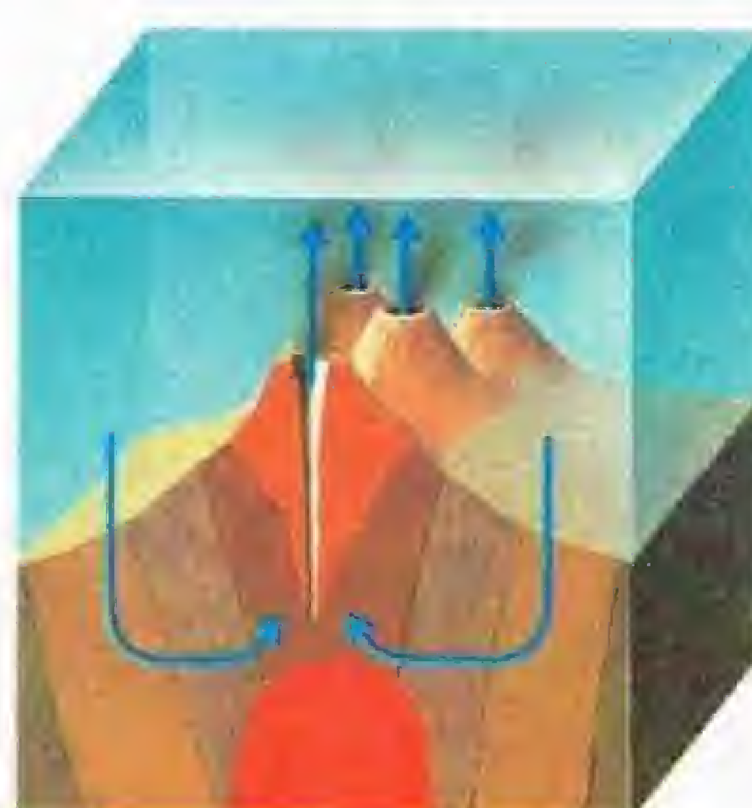




Metamorfosis de contacto
El magma calienta y transforma la roca con la que entra en contacto. Se produce un intercambio de átomos, de manera que los átomos de metal del magma pasan a la roca transformada (metamórfica).



Minerales transportados por el agua
El agua de superficie, al infiltrarse por una intrusión de magma, puede disolver ciertos complejos iónicos, que se precipitan posteriormente en las rocas adyacentes.



Manantiales minerales bajo el mar
El agua de mar puede penetrar por las dorsales centro-oceánicas hasta tropezar con el magma ascendente. Cuando ese agua, ahora caliente y cargada de minerales, se enfría repentinamente al contacto con el agua de mar, se precipitan en el fondo minerales de cobre, níquel y manganeso.



Sedimentación
Los productos de descomposición de un yacimiento que ha llegado a la superficie pueden producir sedimentos metalíferos. Un ejemplo de este proceso son las arenas y pepitas de oro de los lechos de valles y deltas fluviales.

rurgia emplea principalmente la electricidad como fuente de calor y oxígeno como agente reductor del contenido de carbón. Los procesos de separación electroquímicos son cada vez más frecuentes porque conservan más la energía, y no hace falta calentar el metal varias veces como antes.

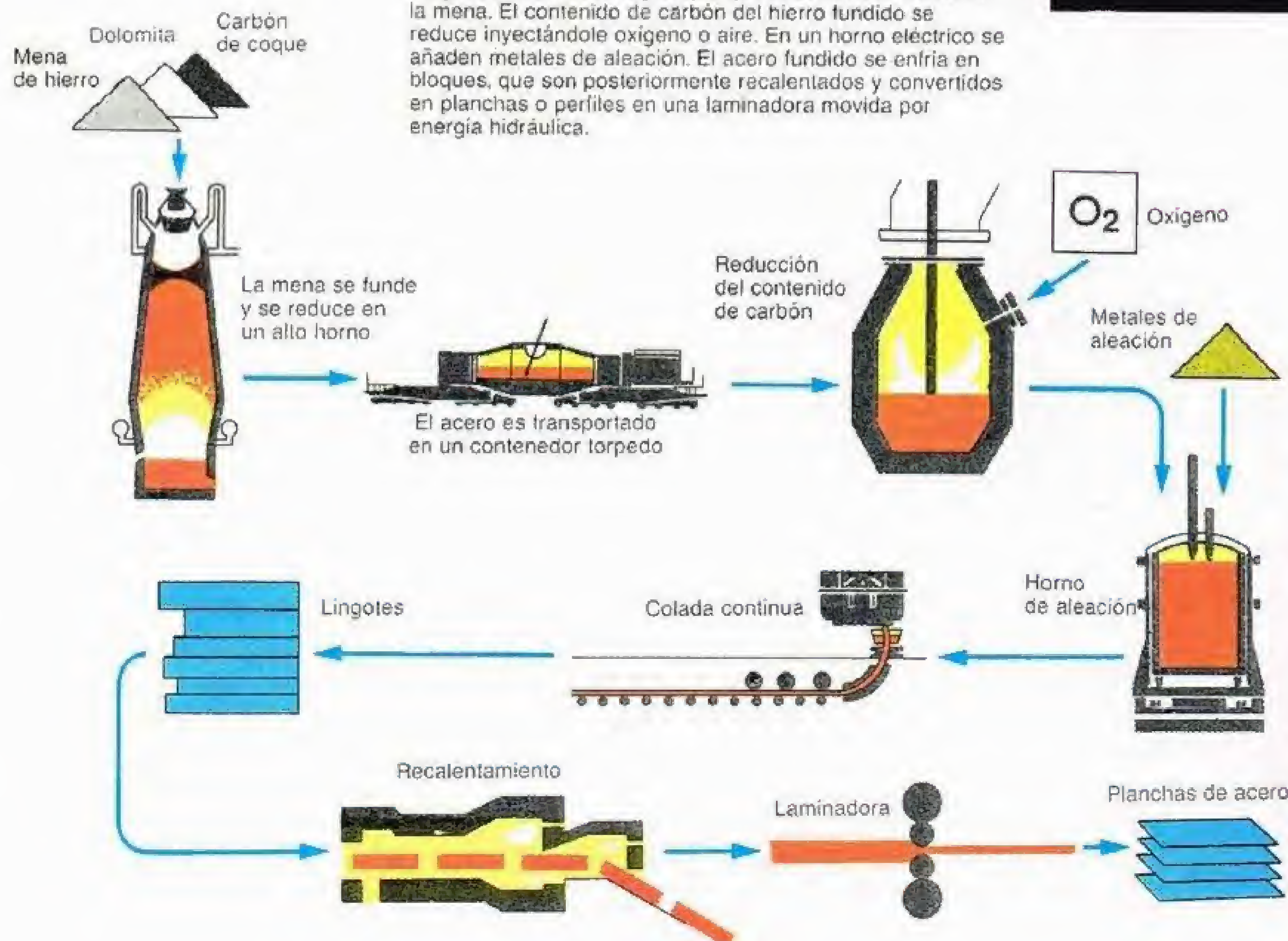
La metalurgia ha desarrollado nuevos productos como los aceros especiales y diversos metales ligeros. Además, los metales tienen ahora la competencia de los nuevos materiales sintéticos. A pesar de ello y a pesar de la inmensa capacidad de reciclaje de la industria chatarrera, nuestra civilización sigue dependiendo de la producción de mena. Un coche de tamaño medio tiene 800 kg de acero y 130 kg de metales no ferrosos. Sin embargo, los tesoros del subsuelo no son inagotables y si el nivel de propiedad de automóviles del mundo fuera tan elevado como el de Europa Occidental o Estados Unidos, la industria automovilística agotaría por sí sola todas las reservas conocidas de mena de hierro.



El sangrado, trasvase del acero fundido a recipientes de transporte o moldes, constituye una fase crítica del proceso de fabricación.

Desde los altos hornos a los depósitos de chatarra

En una acería moderna muchas de las fases de fabricación están integradas en un proceso semicontinuo. El horno se carga con mena, caliza y coque que reducen los óxidos de la mena. El contenido de carbón del hierro fundido se reduce inyectándole oxígeno o aire. En un horno eléctrico se añaden metales de aleación. El acero fundido se enfría en bloques, que son posteriormente recalentados y convertidos en planchas o perfiles en una laminadora movida por energía hidráulica.



El depósito de chatarra es la etapa final de un coche, aunque no del acero que contiene. La chatarra constituye una de las materias primas más importantes del mundo industrial y forma la base de un activo comercio internacional.



La Tierra esquilmada

Perdidos para siempre

Ninguna especie vive eternamente. Pero gran número de especies vegetales y animales han sido exterminadas prematuramente con la ayuda del hombre.



La migración del hombre a América a través del Estrecho de Bering (flecha en el mapa, izquierda) tuvo probablemente consecuencias desastrosas para la fauna de ese continente.



El hombre, sospechoso

Al final de la Era Glacial había un gran número de especies animales en las praderas norteamericanas, incluyendo el gigantesco milodonte (izquierda). Esta «megafauna» se extinguió bruscamente cuando llegó el hombre. Muchos científicos sospechan que el hombre los exterminó. Las criaturas de movimientos y reflejos lentos, como el milodonte no tenían ninguna posibilidad de supervivencia contra el superpredador, el hombre.

El hombre, culpable

El dodó era un ave no voladora del tamaño de un pavo que vivía en la isla Mauricio en el Océano Índico. Cuando llegaron los marinos europeos empezaron a matar los dodós como comida, y los que lograban escapar caían víctimas de los perros y de los cerdos salvajes. El último especimen murió sobre el año 1680 y lo único que queda del dodó hoy día es una cabeza disecada en Copenhague y un pie en Londres.

Medios amenazados



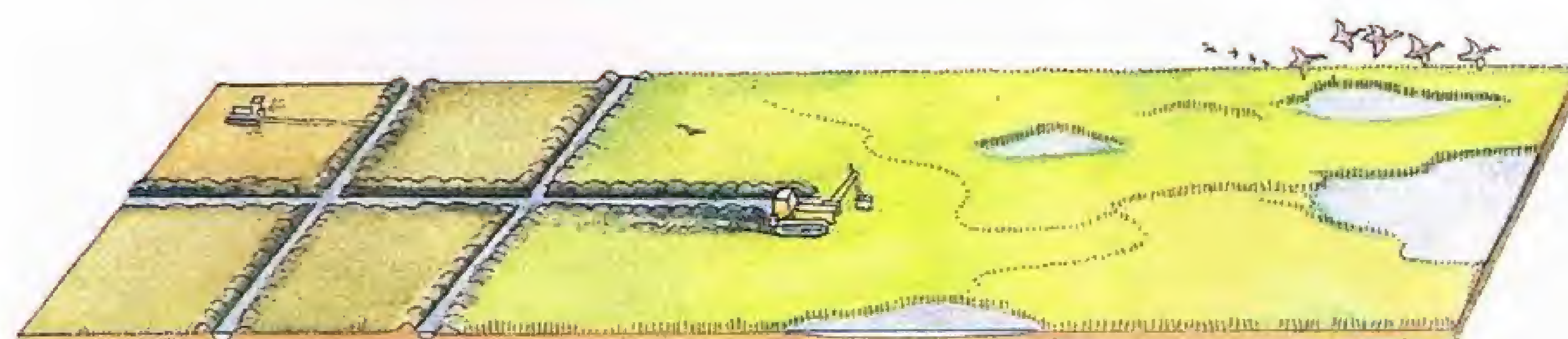
La deforestación

La mayor amenaza para la flora y la fauna del mundo es la destrucción de los medios. Ninguna especie puede sobrevivir fuera del medio al que se ha adaptado. Uno de los hábitats con más especies del mundo es el bosque tropical, que se está destruyendo a un ritmo cada vez mayor. En realidad, todos los bosques naturales del mundo están amenazados. En el mejor de los casos, se sustituyen por monocultivos forestales comerciales, en el peor por un terreno pobre de matorral, destrozado por la erosión.



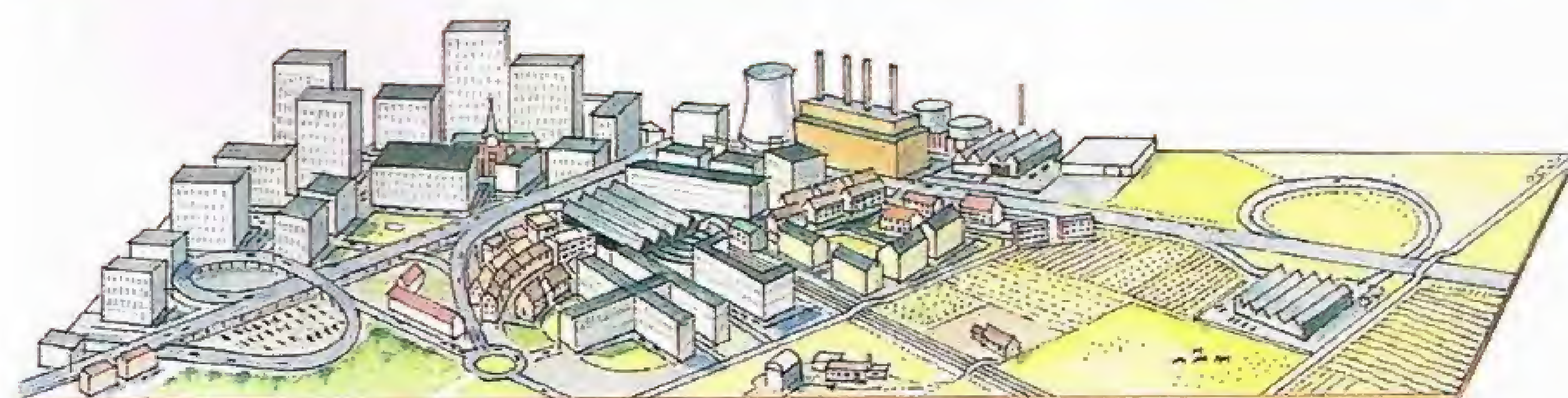
El cultivo de las llanuras herbáceas

Las llanuras de América del Norte han desaparecido prácticamente. El aumento de la población africana está eliminando las sabanas con sus riqueza de vida animal, para dejar paso a una agricultura cuya viabilidad es dudosa. Los métodos de cultivo tradicionales son precarios y peligrosos en las zonas secas.
Los intentos de cultivar las estepas de Asia central han llevado a fracasos desastrosos.



El drenaje de las zonas húmedas

Las zonas húmedas son importantes como medios de vida, además de desempeñar un papel importante en el ciclo hidrológico, nivelando el ritmo de los ríos y enriqueciendo las reservas de aguas subterráneas. Pero muchas zonas húmedas o bien se drenan o se rellenan para la construcción de industrias o viviendas. Los intentos de convertir las zonas húmedas en tierras cultivables suelen dar un rendimiento muy bajo por la pobreza de su suelo.



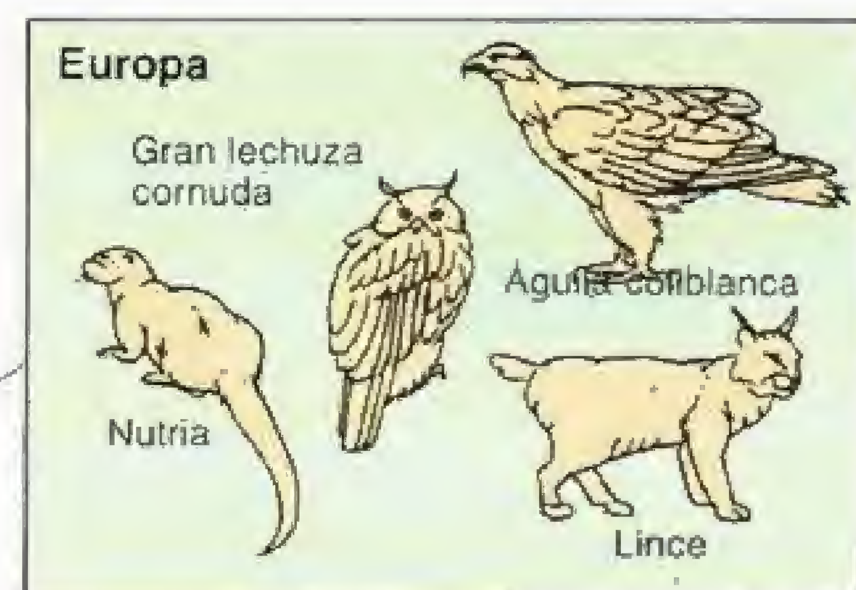
Los campos asfaltados

Las ciudades suelen desarrollarse en buenas zonas agrícolas y la urbanización ha supuesto en muchos casos el sacrificio de tierras productivas para la construcción de viviendas, calles y aparcamientos. De esta forma, la tierra cultivable se transforma en un desierto biológicamente improductivo. Será imposible, económica y físicamente, recuperar tales tierras para cultivos.

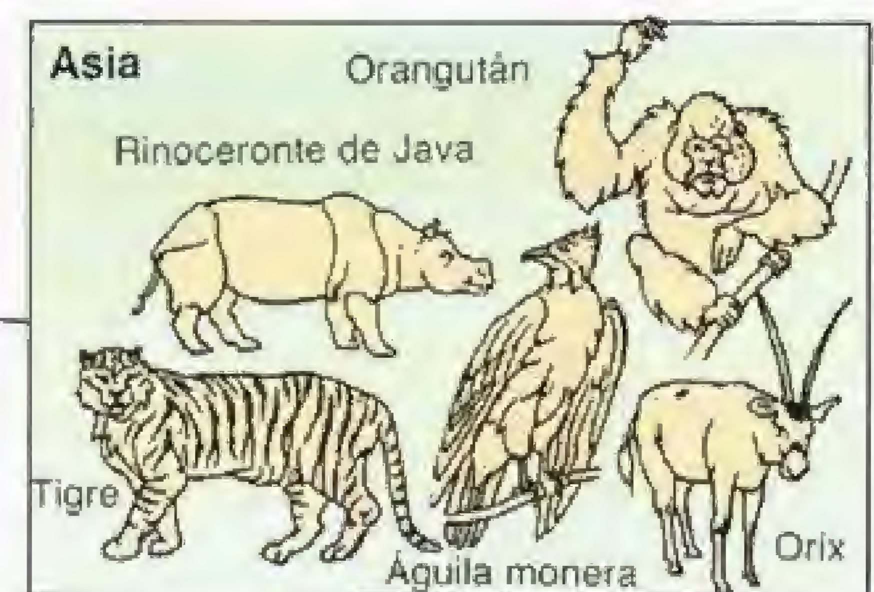
Especies animales en peligro

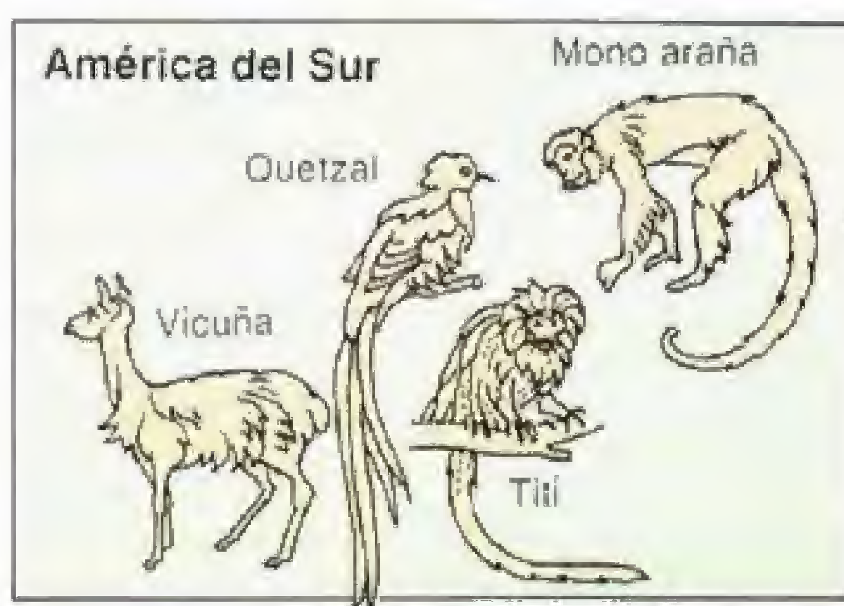
Muchas especies animales están amenazadas de extinción, ya sólo la lista de vertebrados en peligro es escalofriante. La naturaleza de estas amenazas es diversa: las aves rapaces europeas están amenazadas por los coleccionistas de huevos, mientras que la jungla del tigre está siendo destruida. Algunas de las especies que aquí se muestran no tienen ya posibilidad de salvación, mientras que otras pueden sobrevivir con la protección adecuada. El número de plantas y de animales inferiores amenazados es aun mayor, pero a pesar de las graves consecuencias que su extinción puede tener para el hombre, no se presta mucha atención a su destino.

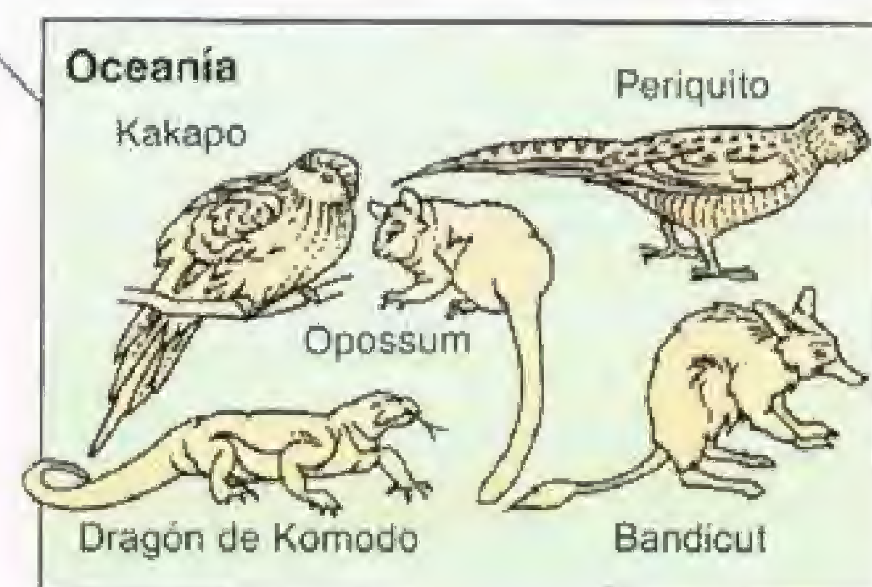


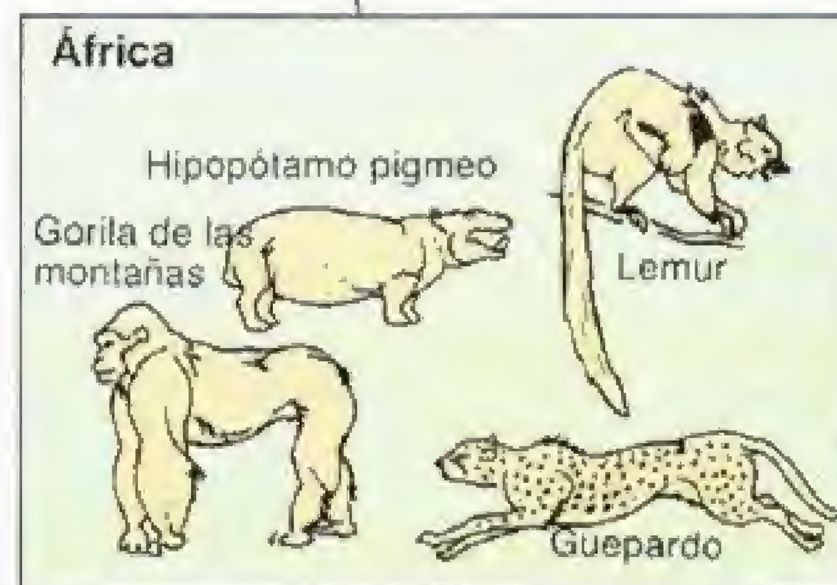


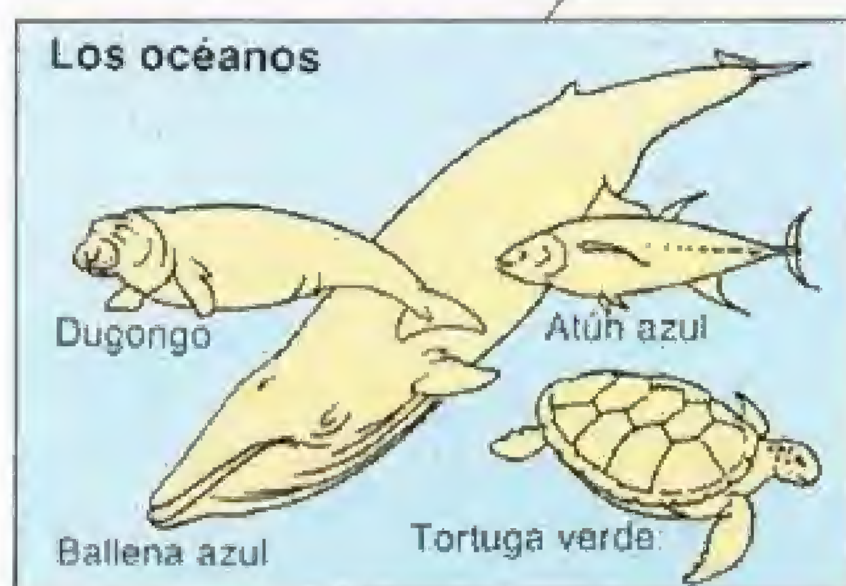






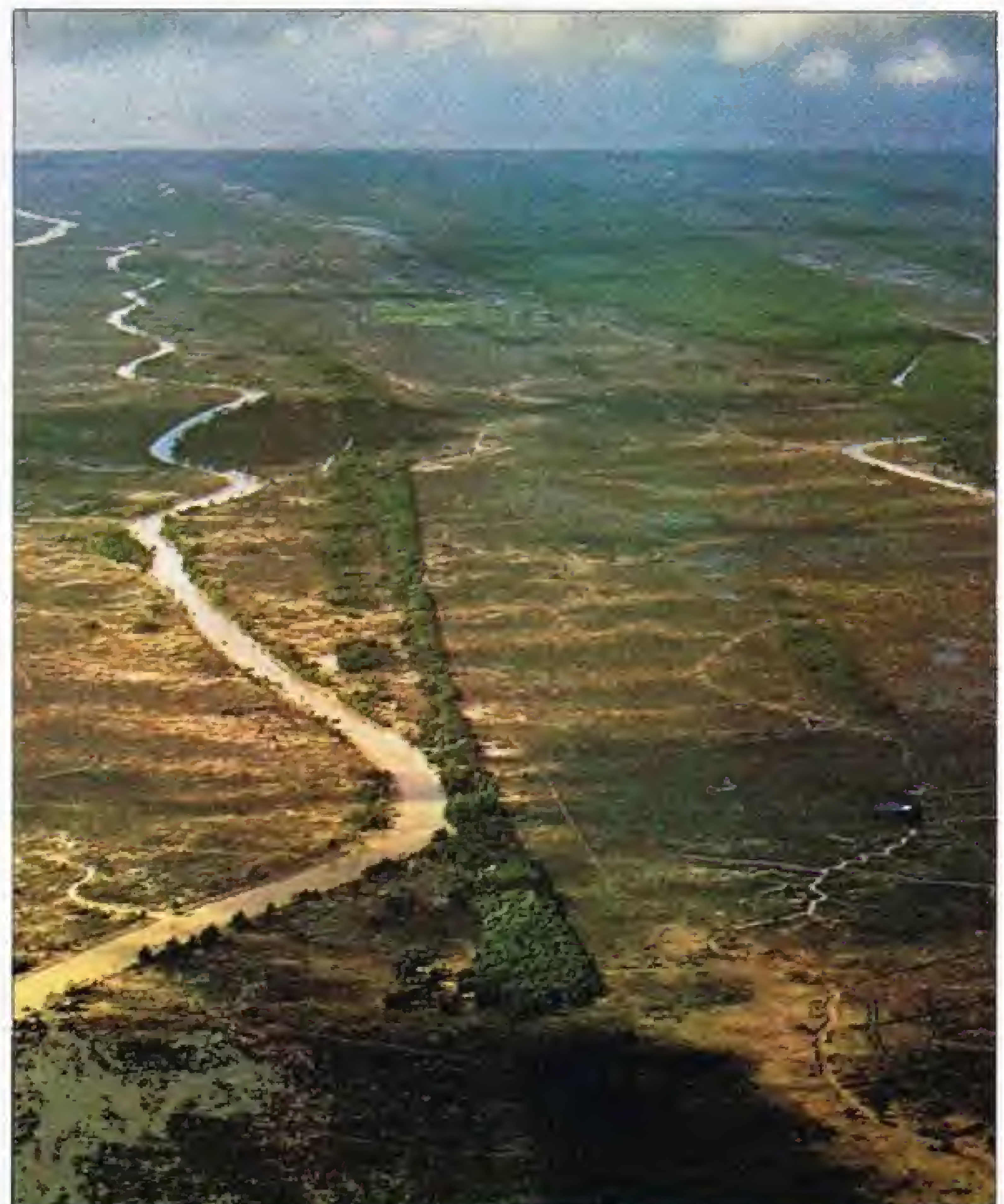






La destrucción deliberada del medio

No toda la destrucción del medio es involuntaria. La destrucción de las condiciones de vida del enemigo es una táctica de guerra que data de la antigüedad. El hombre primitivo carecía del enorme potencial destructivo que tenemos actualmente. En Vietnam (fotografía) se han defoliado grandes zonas de bosque para impedir que las guerrillas se ocultaran en la cubierta arbórea.



A través de la evolución, todas las especies animales y vegetales se han adaptado a un hábitat determinado, su medio. Este medio lo conforman el clima y el suelo, pero sobre todo las otras especies que lo habitan. Hace unos 300 años, una especie de árbol de la isla Mauricio dejó súbitamente de reproducirse y hoy sólo quedan algunos especímenes. Las investigaciones revelaron que las semillas del fruto del árbol sólo crecen después de haber pasado por el sistema digestivo del dodó, ave que se extinguió hacia finales del siglo XVII. La exterminación indirecta, a través de la destrucción del hábitat tiene consecuencias más desastrosas que un ataque directo con rifle y hacha.

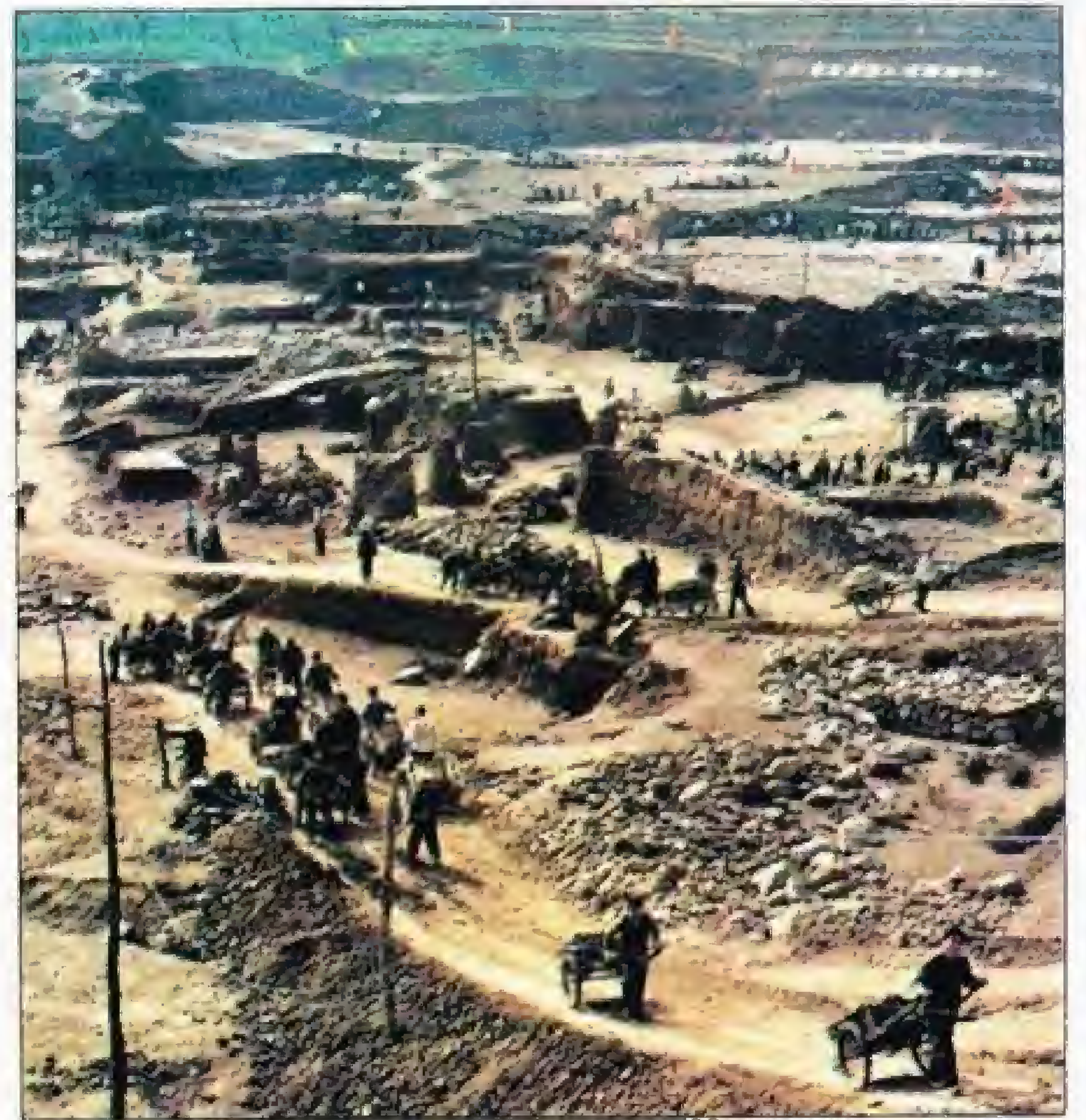
El hombre considera que ha «conquistado» la naturaleza y que se ha independizado de ella, pero no es así. El hombre es una criatura biológica con necesidades biológicas. Sin la naturaleza es imposible la civilización. Así pues, dependemos de los otros animales y plantas de nuestro hábitat, desde ballenas y tigres a bacterias microscópicas. Ninguna especie puede destruir su medio de vida sin perecer.

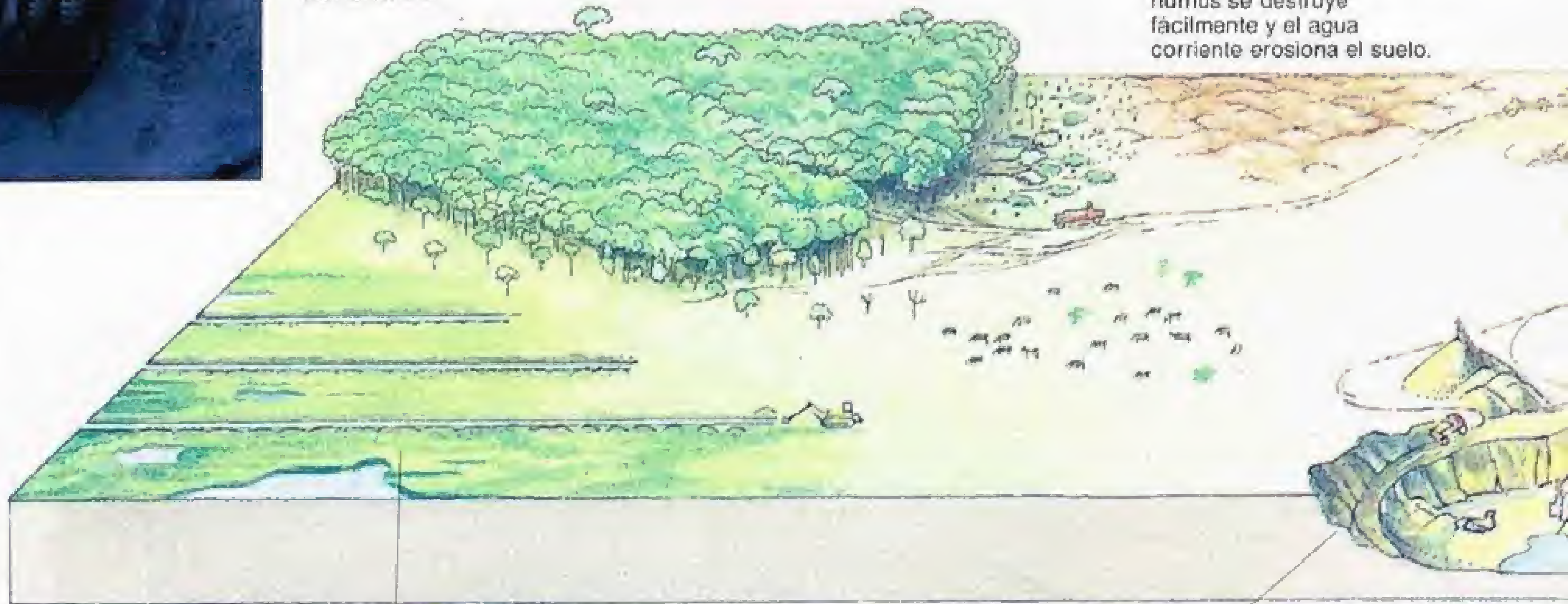
Debido a ello, el hombre debe salvaguardar su propio medio, protegiendo las especies amenazadas de extinción y los hábitats vulnerables, en parte mediante la creación de reservas naturales, pero, sobre todo, aprendiendo a utilizar el mundo con prudencia y consideración. En última instancia, sin embargo, ambas cosas son insuficientes e imposibles; las leyes del cambio y de la evolución prescriben que ninguna especie puede vivir eternamente y que ningún medio puede mantenerse eternamente estable. El hombre tiene que aceptar la responsabilidad no sólo de preservar, sino también de crear medios habitables para sí y para las otras especies con las que ha de compartirlos. El destructor debe convertirse en creador. Sólo entonces podrá la Tierra ser permanentemente habitable para la humanidad y para la especie hacia la que finalmente ésta evolucionará.

El hombre y la corteza terrestre



El hombre, excavador
Desde el final de la Edad de Piedra el hombre ha modificado la superficie de la Tierra, empleando herramientas sencillas como palas, azadones, cestas, carretas y carretillas. Estos métodos laboriosos, aunque baratos, siguen siendo útiles en los países en desarrollo, donde se puede movilizar a gran número de personas para llevar a cabo grandes realizaciones. Estos métodos fueron importantes en los ingentes proyectos de regulación de las aguas en China, en las décadas de 1950 y 1960 (derecha). Los países industrializados empleen menos gente y máquinas mayores (izquierda).





El hombre, fuerza geológica

A largo plazo la acción del hombre sobre la Tierra puede tener consecuencias desafortunadas (derecha). La destrucción suele ser indirecta, cuando se inicia la erosión al eliminar la cubierta protectora de vegetación. El drenaje, los proyectos de regadío, la minería a cielo abierto son otros ejemplos de las modificaciones realizadas por el hombre en el suelo. La destrucción de la Tierra es a veces resultado de una empresa deliberada para la obtención de beneficios económicos inmediatos, aunque generalmente se debe a la lucha diaria de los pobres por su supervivencia, motivados por la necesidad más que por los beneficios.

El hombre, para bien o para mal, crea su propio paisaje. Se puede apreciar claramente en las regiones agrícolas de Europa Occidental, en China y en el sureste asiático, aunque hasta en los países menos poblados el paisaje es escasamente «natural». Los mapas que muestran la «vegetación natural» suelen mostrar cómo serían las cosas sin la intervención del hombre.

El hombre no sólo actúa sobre la vegetación, sino que también altera la corteza terrestre. Herramientas sencillas como palas y carretillas bastan para producir grandes cambios en el rostro de la Tierra. Los métodos utilizados para la construcción de las Pirámides y de la Gran Muralla china se siguen empleando hoy. Naturalmente, las posibilidades de transformar el paisaje son mayores en los países industriales, donde se emplean máquinas para remover el suelo, camiones pesados y explosivos. Cuando el hombre actúa como fuerza geológica, suele ser de forma indirecta, modificando o eliminando la vegetación. Los resultados pueden ser destructivos (erosión del suelo, desertización o inundaciones), aunque también crea medios estables y muy productivos. En el sureste asiático, por ejemplo, hay campos en terraza que, según los arqueólogos, llevan utilizándose continuamente desde hace cinco o seis mil años. Por otro lado, en las praderas norteamericanas, unos años de cultivo despiadado en clima seco provocaron los desastres del «dustbowl» en los años 30, cuando el viento arrancó todo el suelo. Amplias zonas fértiles en torno al Eúfrates, al Tigris y al Indo, que en otras épocas alimentaron a las primeras civilizaciones, son hoy yermas o están inundadas y excesivamente salinizadas por métodos de cultivo poco prudentes.

La acción sobre la vegetación produce también cambios en el ciclo hidrológico que, a su vez, puede causar cambios en el paisaje. Una alta proporción de limo en el agua de un río puede atascar los embalses y los canales de regadío e incluso hacer cambiar el curso del río. La deforestación en el curso superior del río puede traer como consecuencia un exceso de limo, que se puede combatir mediante la repoblación y otras medidas contra la erosión. En ocasiones un alto contenido de limo puede ser beneficioso. El limo del Nilo fertilizaba los campos de Egipto todos los años, hasta que la Gran Presa de Assuán puso fin a esta inundación anual. La presa ha aumentado la necesidad de fertilizantes artificiales importados y caros, ha destruido la pesca en el delta y ha puesto al delta mismo, la región más fértil de Egipto, en peligro de ser totalmente arrasada por el mar. El hombre tiene una gran capacidad para cambiar el rostro de la Tierra, aunque su disposición para reconocer las consecuencias de sus acciones es mucho menor.

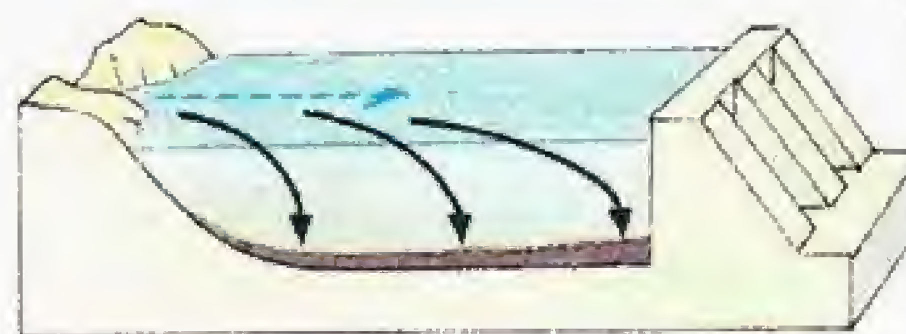
Desviar el curso de los ríos



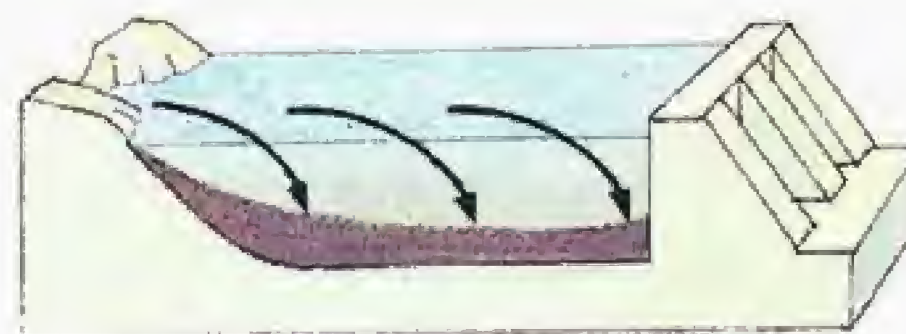


Hace seis millones de años, el Mar Caspio era una cuenca profunda de un mar interior que se extendía desde los Cárpatos al Mar de Aral. Hoy corre el peligro de secarse debido al alto nivel de evaporación y a las insuficientes aportaciones de los ríos. Grandes zonas (en azul oscuro en el mapa, izquierda) se encuentran bajo el nivel del mar. Parte de las aguas del Don se canalizan hacia el Volga (flecha roja corta), y hay planes para llevar agua del Mar de Azov al Caspio (flecha larga). Esto permitiría estabilizar el agua en este último al nivel actual.

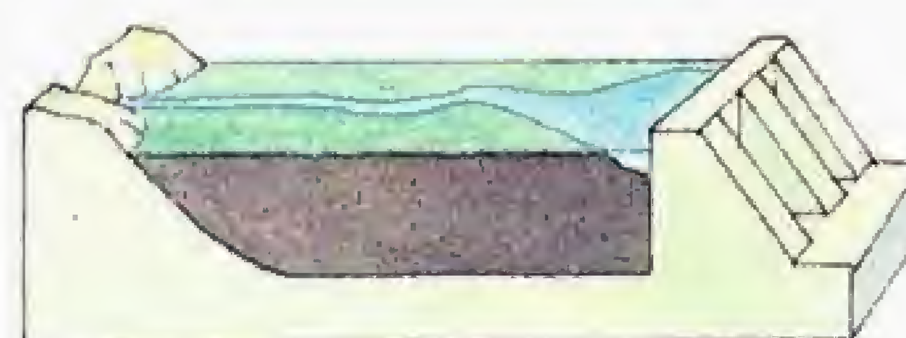
Presas encenagadas



La capacidad de transporte de limo de los ríos depende del nivel de agua. Si se construye una presa en un río, disminuye la velocidad de la corriente. Las partículas de limo no pueden mantenerse suspendidas en el agua...



... y caen al fondo. Este proceso cubre el fondo de una capa cada vez mayor de sedimentos y el embalse situado por encima de la presa es cada vez menos profundo.



Finalmente, el embalse se encenaga completamente a excepción de un pequeño canal en el centro. Este proceso es una amenaza, a largo plazo para los ríos regulados ricos en limo, como el Nilo y el Hoang Ho (Amarillo).

Maquinaria pesada arranca el suelo, destruyendo la vegetación y alterando el microclima y el medio.

El pastoreo abusivo destruye la cubierta vegetal, las pisadas eliminan los pastos y el viento se lleva el suelo.

En los climas secos con fuertes lluvias periódicas, un cultivo abusivo puede provocar la aparición de barrancos.



En los climas secos las rozas por fuego y la plantación de cultivos pueden provocar la destrucción del suelo por la erosión.

Las tormentas de polvo
surgen cuando los fuertes vientos agitan las finas partículas del suelo y las arrastran. Esto sólo puede suceder cuando el suelo no tiene vegetación para frenar el viento, por lo que las tormentas de polvo son frecuentes en las regiones desérticas. A consecuencia de la agricultura extensiva, en la década de 1930, las tormentas convirtieron las tierras de labor de la pradera norteamericana en cuencas de polvo improductivas. Las medidas para restaurar la vegetación del suelo han permitido ahora superar el problema de la erosión del viento, aunque se siguen produciendo tormentas de polvo locales (abajo).

El paisaje del hombre
Un paisaje como el de abajo (noroeste de Estados Unidos) es producto de nuestra civilización. No existe vegetación natural alguna. Una agricultura prudente adaptada al suelo y al clima puede hacer que este medio sea estable y productivo durante siglos.



Es posible proteger la tierra
Métodos de cultivos prudentes, preservación de los bosques y nuevas plantaciones protectoras pueden resguardar de la erosión del viento. El laboreo siguiendo las curvas de nivel, con los surcos paralelos a las curvas de nivel del terreno, impide que las aguas se lleven el suelo. Estos métodos se han aplicado a las tierras de cultivo (derecha).







El fuego

Sentados alrededor de la hoguera nuestros primitivos antepasados contemplaban las tinieblas. En ocasiones percibían el resplandor de unos ojos. La oscuridad que se extendía fuera del círculo de su hoguera era el reino del terror, la guarida de animales predadores y de espíritus y monstruos imaginarios.

Según la mitología griega el despertar cultural se produjo cuando Prometeo les robó el fuego a los dioses para dárselo al hombre. Cuando la filosofía sustituyó al mito, el fuego tuvo un nuevo defensor en Heráclito, pensador que vivió en torno al año 500 a. de C., en la ciudad griega de Éfeso, en Asia Menor.

Heráclito era un filósofo dialéctico. Consideraba el mundo no como un objeto o un estado, sino como un proceso continuo, un flujo. Afirmaba que todo fluye, que no podemos adentrarnos dos veces en el mismo río porque el agua no es nunca la misma. En el fuego, que todo lo consume y que está en cambio continuo, veía el elemento primario. Hoy se sabe que el fuego no es un elemento, sino una transformación, un proceso.

Hasta el siglo XVIII los químicos consideraron el calor como una sustancia física denominada flogisto. Los cuerpos calientes contenían más flogisto que los fríos. Se creía que, en la combustión, el flogisto se separaba del material combustible.

Con el descubrimiento del oxígeno por el químico inglés Priestley y el sueco Scheele, quedó claro que la combustión era un proceso de oxidación, y la teoría del flogisto se consideró insostenible. Fue definitivamente rechazada por el estudio de la termodinámica, ciencia inspirada por el motor de vapor y que describe las conversiones de energía, como la conversión del calor en movimiento. Hoy día, la palabra calor define una forma de radiación electromagnética, así como los movimientos moleculares.

Heráclito se ha visto reivindicado hasta cierto punto por la cosmología moderna. Los científicos se inclinan actualmente a creer que el universo nació en la bola de fuego de la gran explosión («big bang»). Toda la energía que nos rodea, desde el calor del Sol, hasta las radiaciones cósmicas que apenas superan el cero absoluto, es en definitiva un resto de la «gran explosión»: el fuego primario. Puede que en cierto momento en el lejano futuro el fuego desaparezca y las tinieblas se apoderen del cosmos.

El fuego primigenio

Por mucho que observemos las estrellas no podremos percibir cambio alguno de una noche a otra. La idea de que el universo está en un estado de equilibrio, sin comienzo ni fin, parece bastante natural. Sin embargo, toda civilización ha tenido su leyenda propia sobre la creación. El relato bíblico se encuentra en el Libro del Génesis: «Y Dios dijo: Hágase la Luz, y la Luz se hizo.»

La idea del estado de equilibrio se vio reforzada por las ciencias naturales y, a pesar de las creencias bíblicas, ha sido la teoría cosmológica predominante hasta bien entrado nuestro siglo. En la década de 1920 el astrónomo norteamericano Hubble descubrió que cuanto más alejadas están las galaxias, la luz que nos llega de ellas se inclina más hacia el extremo del rojo en las bandas del espectro visible. Tras arduos debates los científicos aceptaron la explicación más sencilla: esta inclinación se debe al efecto Doppler y las galaxias se alejan de nosotros a una velocidad sorprendente.

Finalmente, en la década de 1960, quedó claro que el universo está en continua expansión. A partir de entonces los cosmólogos pudieron determinar la edad del universo sobre la base de

La creación



En el relato de la creación de la Biblia (arriba, detalle de una pintura de Miguel Ángel), Dios separó la luz de las tinieblas, creando así el universo visible.



Nuestro universo en expansión

El universo se está expandiendo en todas direcciones a partir de la «singularidad» originaria. Esta expansión se ilustra aquí con un sector de expansión y una escala temporal. Calcular la edad del universo constituye, indudablemente, una tarea incierta. El universo actual está formado principalmente por hidrógeno, que fue, en los orígenes, el único elemento. La gravitación concentró este gas formando nubes y, con el tiempo, las estrellas, los cúmulos estelares y las galaxias.

Dos generaciones

En las primeras estrellas se formaron los elementos más pesados mediante la fusión de los núcleos de hidrógeno. Las estrellas, novas y supernovas, al explotar, difundieron estos elementos por todo el espacio y se incorporaron a la actual generación de estrellas.

Estrellas de la primera generación

Estrellas de la segunda generación

Los primeros minutos

«Singularidad»

No se puede describir el estado del universo en los primeros instantes con las leyes físicas aplicables a nuestro actual universo.

Durante unos minutos el espacio se llenó de un «fluido» opaco de fotones, la unidad mínima de energía radiante.

Poco después, las primeras partículas elementales se separaron de este «fluido» de fotones.

Los primeros átomos

fueron átomos de hidrógeno, formados por un protón (núcleo de carga positiva) y un electrón de carga negativa. Los elementos más pesados no se formaron hasta varios miles de millones de años después. La materia del universo sigue estando formada por un 99 por 100 de hidrógeno.

su actual ritmo de expansión. Se llegó a la conclusión de que el universo se originó probablemente en un punto único sin dimensión, una «singularidad» sin dimensiones espaciales o temporales y que contenía toda la masa del cosmos. El universo y el espacio explotaron en este punto hace al menos entre 12.000 y 15.000 millones de años. A esta creación se le denominó la «gran explosión».

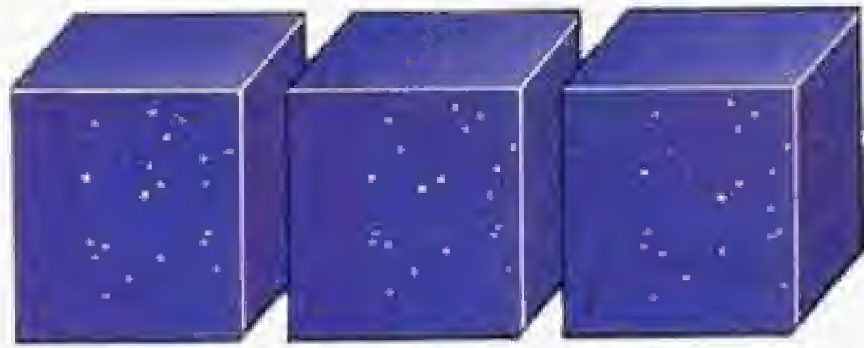
Al expandirse, el universo se fue enfriando. Unos minutos después de la explosión la temperatura había descendido a alrededor de los mil millones de grados y se formaron las primeras partículas elementales. Dos o tres mil millones de años después aparecieron las primeras estrellas entre las nubes de hidrógeno. En esta primera generación de estrellas, las reacciones nucleares fundieron los núcleos de hidrógeno, convirtiéndolos en los elementos más pesados, del helio al carbono y al uranio, que posteriormente pasaron a formar parte de las estrellas y planetas actuales, y de nuestros mismos cuerpos.

¿Cuál será, pues, el futuro? Hay dos posibilidades. Una es que la expansión continúe eternamente, el universo esté cada vez más esparcido y más frío, y las estrellas se apaguen y mueran, hasta que finalmente la materia se desintegre y no queden más que las radiaciones cósmicas, ondas sonoras frías una fracción por encima del cero absoluto. La otra alternativa es más espectacular: se detiene la expansión y se pasa a la contracción. Finalmente, el universo regresa a una «singularidad», una implosión a la que los cosmólogos irreverentes denominan la «gran contracción» («big crunch»).

Las probabilidades de estas dos alternativas dependen de la masa total del universo, valor que los físicos no pueden calcular. Si está por debajo de cierto valor crítico, la expansión continuará. Si es mayor, entonces nos dirigimos hacia la gran contracción. ¿Tiene masa el neutrino, la partícula elemental más común? ¿Existen grandes cantidades de materia invisible, sin radiación, en el cosmos? Si la respuesta a cualquiera de estas preguntas es afirmativa, la fuerza gravitacional total es suficiente para detener la expansión y el universo volverá al punto de partida y desaparecerá para siempre o renacerá en otro «big bang».

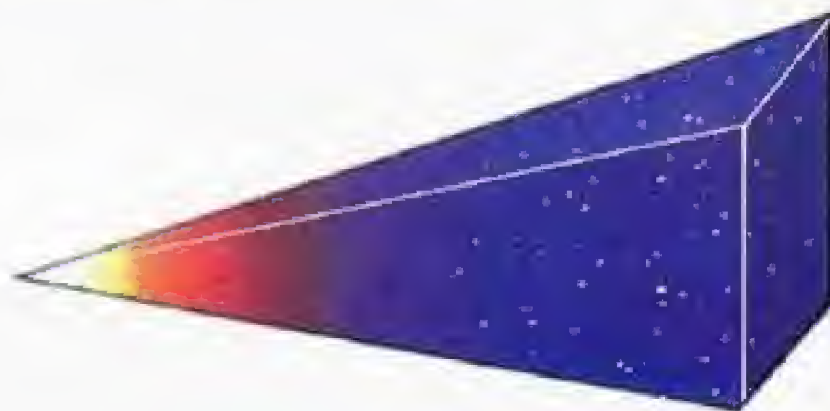
¿Estado de equilibrio...

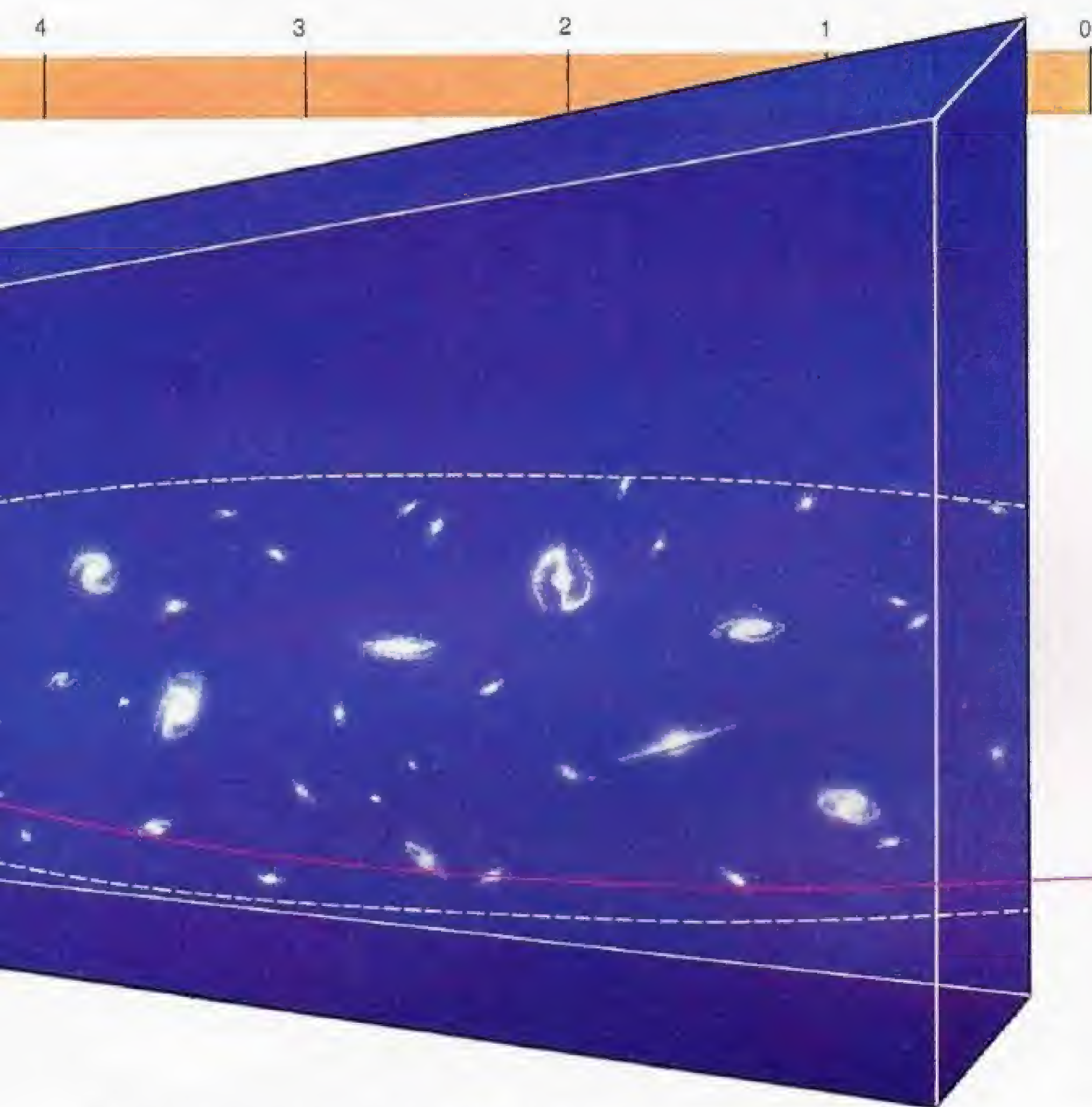
Durante siglos los científicos creyeron que el universo sólo había cambiado en pequeños aspectos. Sin embargo, tal teoría perdió validez al descubrirse que el espacio mismo se expandía.



... o una gran explosión?

Los cosmólogos, los científicos que estudian la estructura y desarrollo del universo, creen actualmente que en el espacio comparativamente corto de entre 12.000 y 15.000 millones de años, el universo se ha expandido a partir de un punto único. A la explosión inicial que dio comienzo a la expansión se le denomina la «gran explosión».

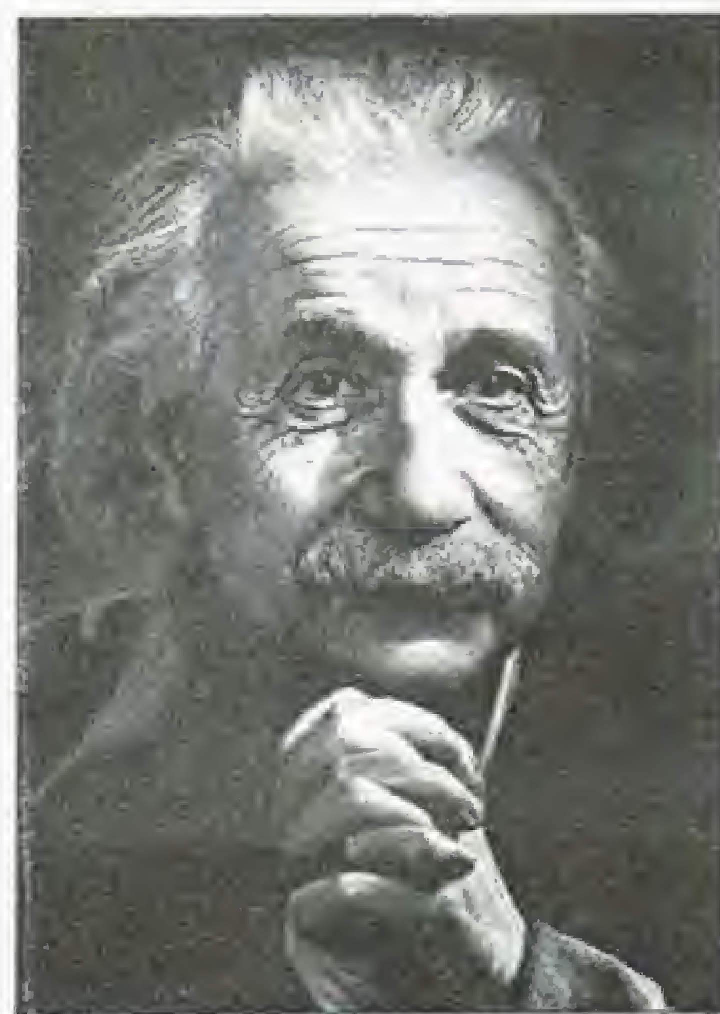




La curvatura del espacio

De Euclides a Newton

La geometría espacial se concebía como rectilínea, de ángulos rectos y básicamente uniforme en todos sus puntos. En el universo descrito por Einstein (derecha) el espacio está deformado o inclinado por las masas que tiene en su interior (abajo).



Espacio y masa

Es casi imposible visualizar la curvatura del espacio tridimensional. Aquí se muestra como un plano bidimensional deformado por la masa de una estrella. La curvatura del espacio la conforman no sólo masas y partículas, sino también rayos de luz. De hecho, fue la inclinación de los rayos de luz adyacentes a una estrella lo que confirmó la teoría de Einstein, cuando este fenómeno se observó por primera vez en la década de 1920.

En un plano no deformado una partícula de masa o un fotón traza una línea recta.

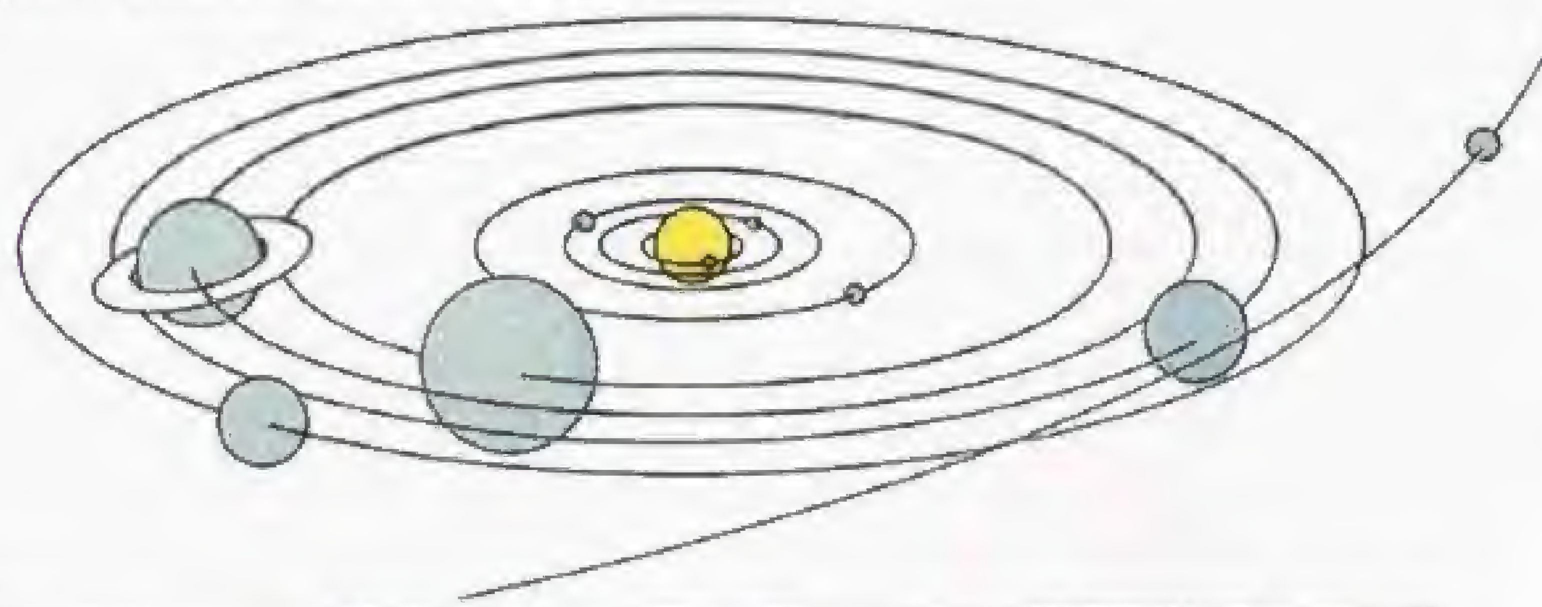


La masa de la estrella deforma el espacio tridimensional de la misma forma que deforma este plano bidimensional.

La trayectoria de la partícula o fotón se desvía al pasar junto a la masa que deforma el espacio.

Nuestro sol

y su sistema planetario se formaron hace 4.500 a 5.000 millones de años. El Sol pertenece, pues, a la segunda generación de estrellas del universo.

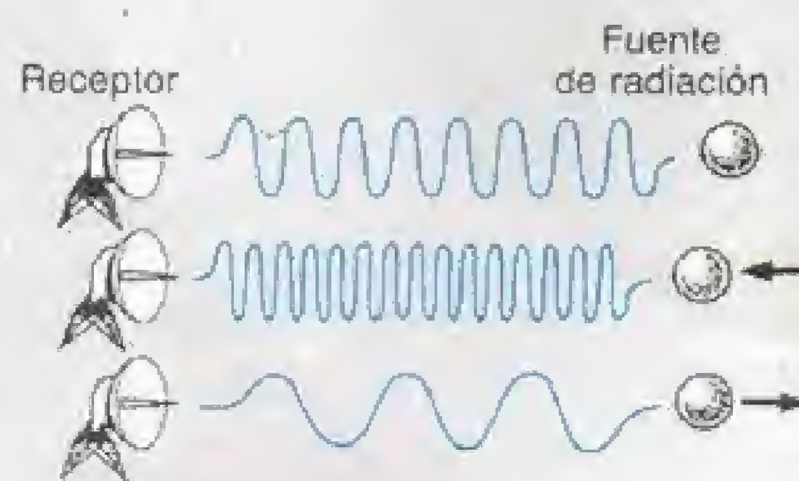


El desplazamiento hacia el rojo

El desplazamiento hacia el rojo (causado por el efecto Doppler, derecha) demuestra que las galaxias lejanas se siguen alejando de nosotros. Esto no supone que la Tierra o nuestra galaxia sean el centro del universo, como puede verse mediante un experimento sencillo. Pegue unos trozos de cinta adhesiva a un globo deshinchado y luego inflelo (abajo, derecha). Se puede ver que todos los trozos se alejan unos de otros, es decir, en todos los casos aumenta la distancia de un trozo con respecto a los demás.

El efecto Doppler

Las ondas de luz o de radio tienen una longitud determinada (arriba). Si la fuente de radiación se mueve hacia nosotros, percibimos una onda corta (centro). Si la fuente se aleja de nosotros aumenta la longitud y disminuye la frecuencia, y la luz se desplaza hacia del rojo (abajo). Los radares de control de velocidad del tráfico se basan en el efecto Doppler.







Dos puntos de observación

Simetría cósmica

Puesto que el universo se expande de manera uniforme, no importa en qué punto del cosmos instale sus instrumentos el astrónomo. Desde cualquiera de los dos puntos de observación del diagrama (izquierda) puede ver cómo se alejan los otros (flechas).

El sistema solar

Una estrella muy común

Nuestro Sol tiene una edad, temperatura y tamaño diversos. Lleva brillando unos 5.000 millones de años y seguirá luciendo durante otros tantos años. La mayoria de las estrellas grandes y enanas son el resultado de los procesos normales de envejecimiento de las estrellas. Cuando nuestro Sol lleve luciendo unos 11.000 millones de años, y tenga el doble de su edad actual, habrá consumido todo el hidrógeno disponible y empezará a producir energía por combustión del helio. El Sol se convertirá en una estrella gigante roja y se expandirá hacia afuera, hacia la órbita del planeta más próximo, Mercurio.


Enana blanca

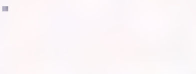

Enana roja


Nuestro Sol


Gigante roja

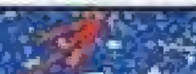
Energía estelar



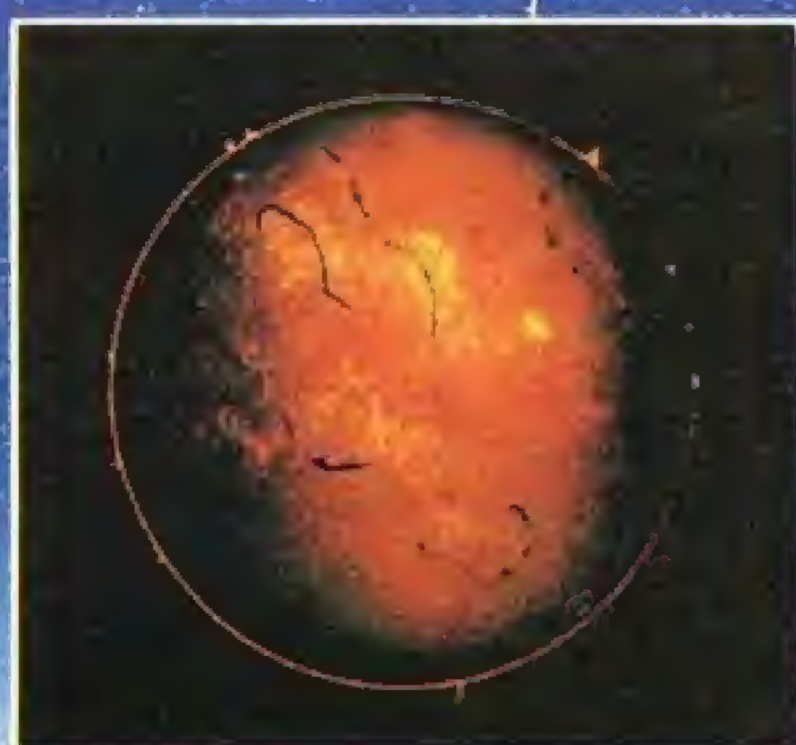




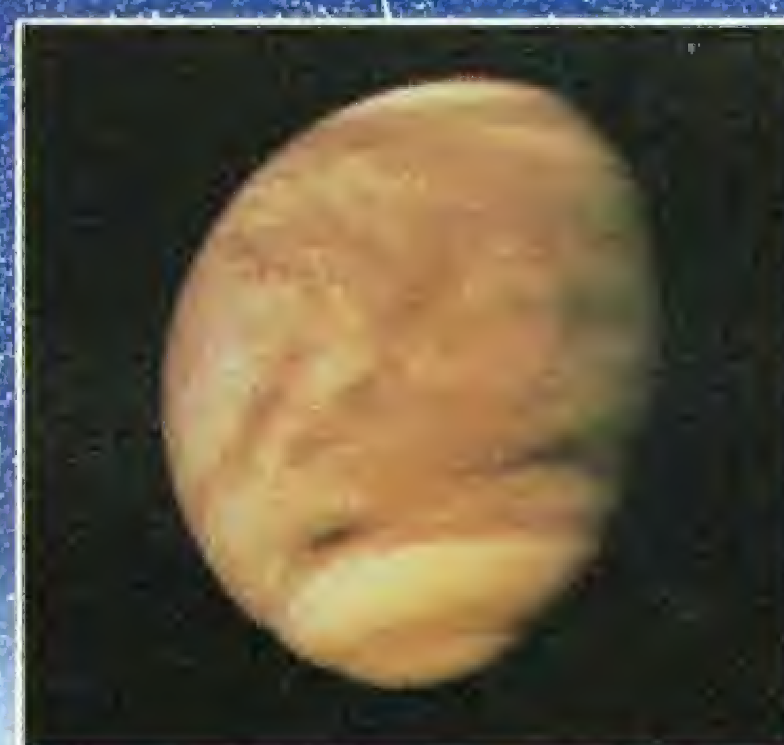


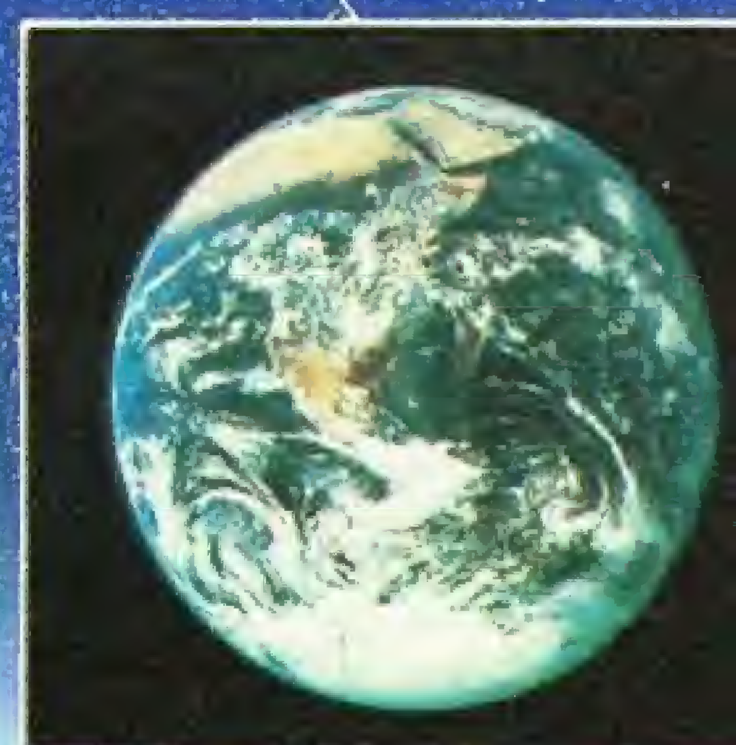

La energía solar es energía nuclear. Proviene de una compleja cadena de reacciones nucleares, en las que los elementos pesados se van formando a partir de los más ligeros.

La primera fase es la más importante: dos núcleos de hidrógeno se fusionan formando un núcleo de helio. Parte del «excedente» de masa se convierte en calor; la temperatura del núcleo del Sol es de por lo menos de 15 millones de grados centígrados.


Sol


Mercurio


Venus


La Tierra

Nuestro Sol es una estrella media, ni muy grande ni muy pequeña, ni caliente ni fría, ni vieja ni reciente. Está situada al borde de un tipo muy común de galaxia espiral. Si lo normal es que tales estrellas tengan un sistema planetario, tal como creen la mayoría de los astrónomos, entonces debe haber muchos planetas parecidos a la Tierra en el universo y en alguno de ellos debería haber vida.

Los planetas de nuestro sistema solar pertenecen a dos categorías totalmente diferentes. Los planetas interiores, *Mercurio, Venus, La Tierra* y *Marte*, son lo que en ocasiones se denomina «mundos de bola de cañón»: orbes minerales compactos rodeados de un fino cinturón atmosférico. Los planetas exteriores están compuestos principalmente de gases.

De hecho, Mercurio carece enteramente de atmósfera y es muy parecido a nuestra luna, aunque la temperatura de su superficie fundiría el plomo. Venus es un desierto caluroso envuelto en una niebla amarillenta de dióxido de carbono. Sólo nuestra Tierra tiene una atmósfera de oxígeno y agua líquida. Por lo que sabemos, es también el único planeta con vida en la superficie. Marte tiene una atmósfera enrarecida formada principalmente por dióxido de carbono, como la de Venus, aunque la superficie de Marte es un desierto glacial en el que sólo se mueven las tormentas de polvo. En contra de las primeras teorías los asteroides no son fragmentos procedentes de la explosión de un planeta, sino que son los materiales de un planeta que no llegó a formarse, porque la fuerza gravitacional del planeta gigante Júpiter los mantenía en continua dispersión.

Los planetas exteriores, *Júpiter, Saturno, Urano* y *Neptuno*, son gigantescas bolas de gases muy fríos, principalmente hidrógeno, helio, metano y amoniaco. La densidad es baja —en el caso de Neptuno menor que la del agua—, pero debido a su enorme tamaño los campos gravitacionales de estos planetas tienen una fuerza extraordinaria. Los anillos de Saturno están formados por partículas de hielo. Urano y Neptuno tienen también unos tenues sistemas de anillos. Cada uno de ellos tiene una imponente escolta de lunas, muchas de las cuales son tan grandes como el planeta Mercurio. Plutón es un elemento original entre los planetas. Su órbita es oblicua y excéntrica, y es un «mundo de bola de cañón» como los planetas interiores. Es posible que Plutón sea un planeta adoptado: un cuerpo celeste venido de otro mundo.


Marte


Saturno


Plutón

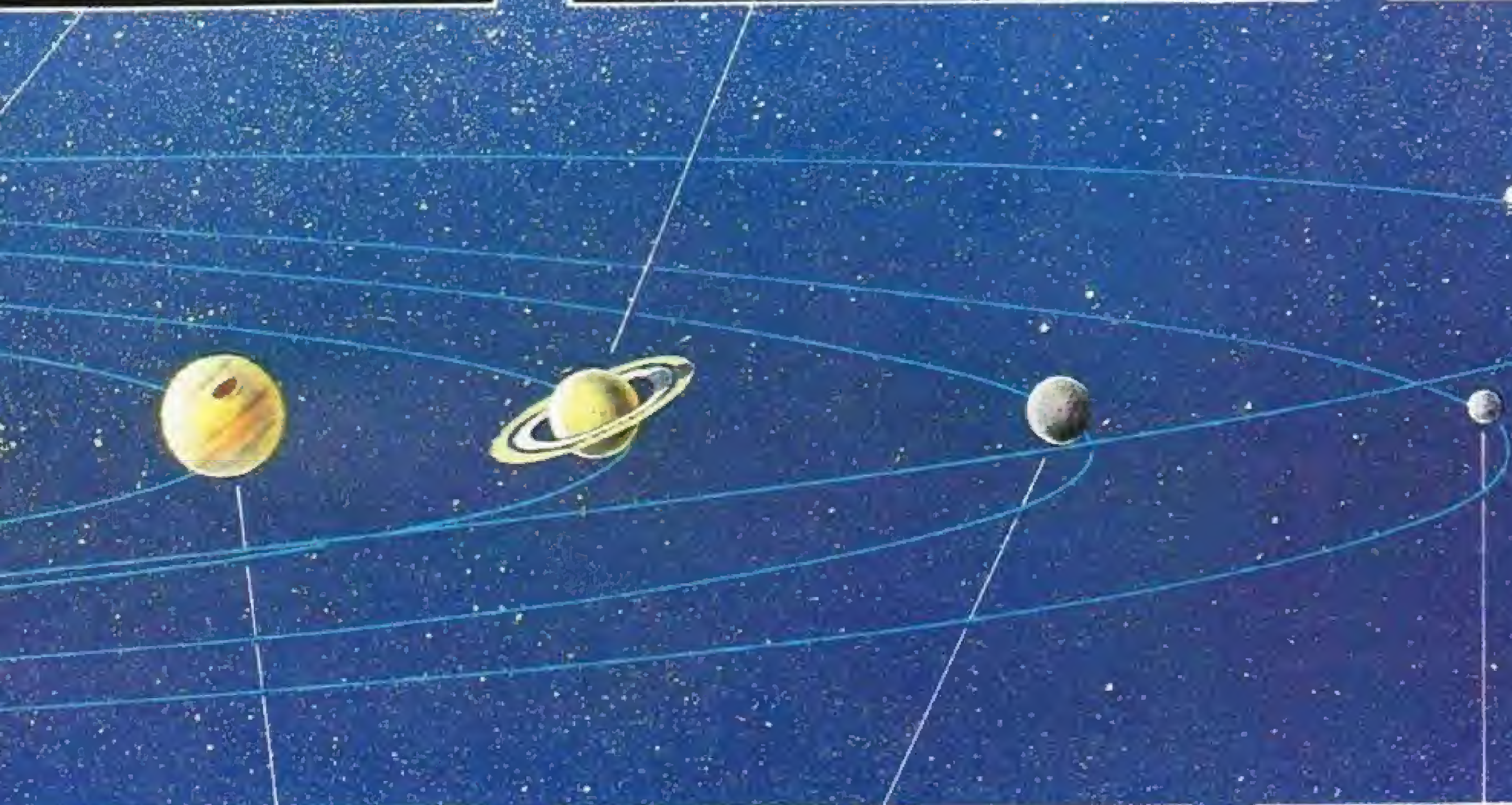
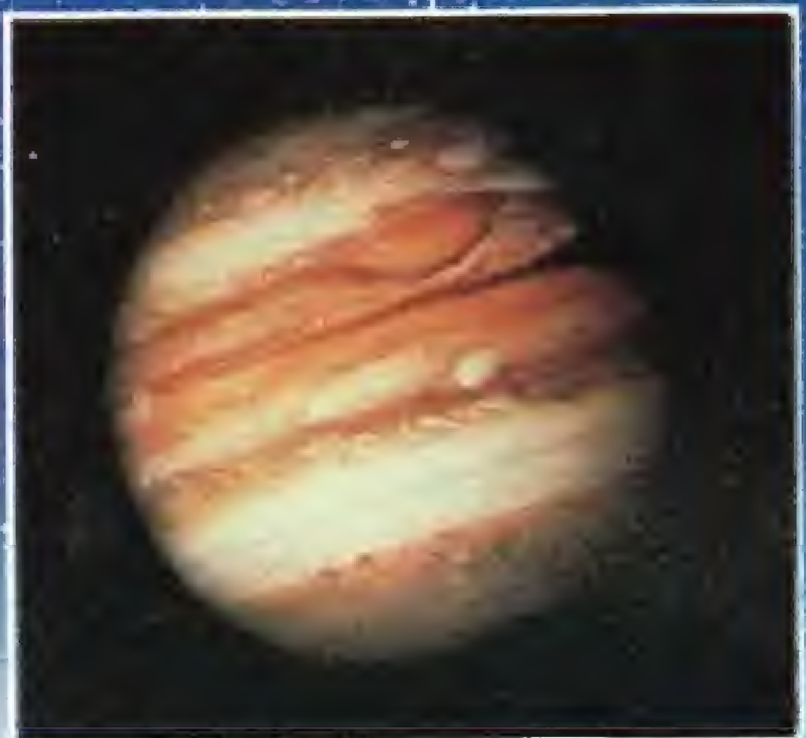


Diagrama de los planetas
Para mayor claridad se han reducido las distancias y las diferencias de magnitudes en el diagrama. El radio del sistema hacia la órbita de Plutón es 8.500 veces mayor que el del Sol y casi 10.000 veces mayor que el de la Tierra. A una escala correcta los planetas no serían visibles. Las ilustraciones pequeñas son fotografías, excepto en el caso de Urano, Neptuno y Plutón, que son dibujos.


Júpiter


Urano


Neptuno

Los primeros pasos en el espacio

Cuando en 1969 Neil Armstrong se posó sobre la Luna (derecha), fue, tal como él dijo, «un salto gigantesco para la humanidad». Sin embargo, debido a los enormes costes de los viajes espaciales tripulados, el estudio ulterior de los planetas se está realizando con aparatos controlados a distancia, que han fotografiado Mercurio, Júpiter y Saturno, y que han penetrado en la atmósfera de Venus y descendido sobre Marte. En 1983 una sonda espacial norteamericana de la serie Pioneer se convirtió en el primer aparato fabricado por el hombre que salía de nuestro sistema solar para proseguir su recorrido por el espacio interestelar.



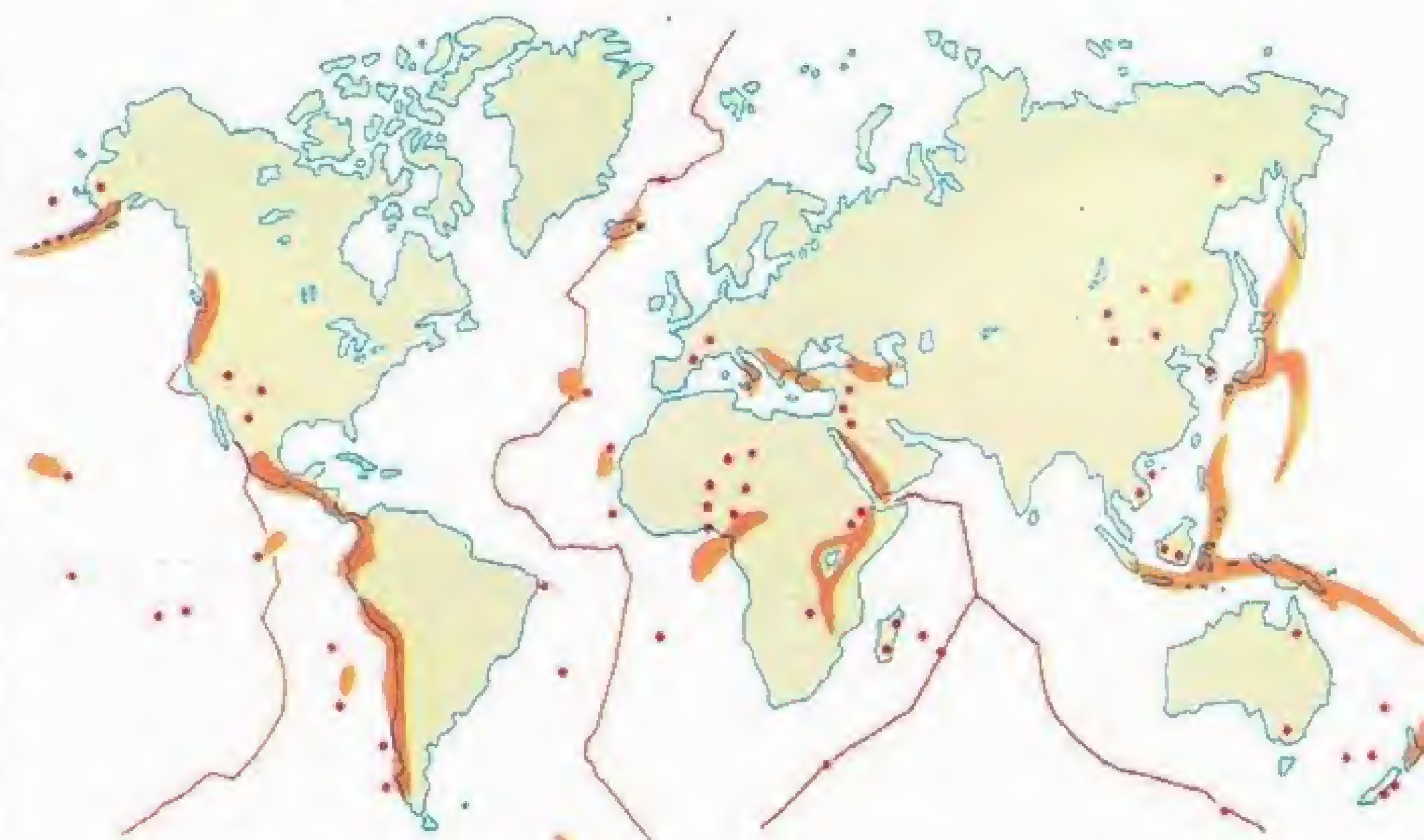
Las montañas de fuego

La mayoría de los procesos geológicos son tan lentos que no nos da tiempo a observarlos directamente durante nuestras breves vidas. Sus efectos acumulativos no se perciben antes de miles o millones de años. El vulcanismo es una excepción. Un cono volcánico puede formarse en unos días, una montaña puede explotar y ser lanzada a la estratosfera, convertida en polvo fino, en cuestión de segundos.

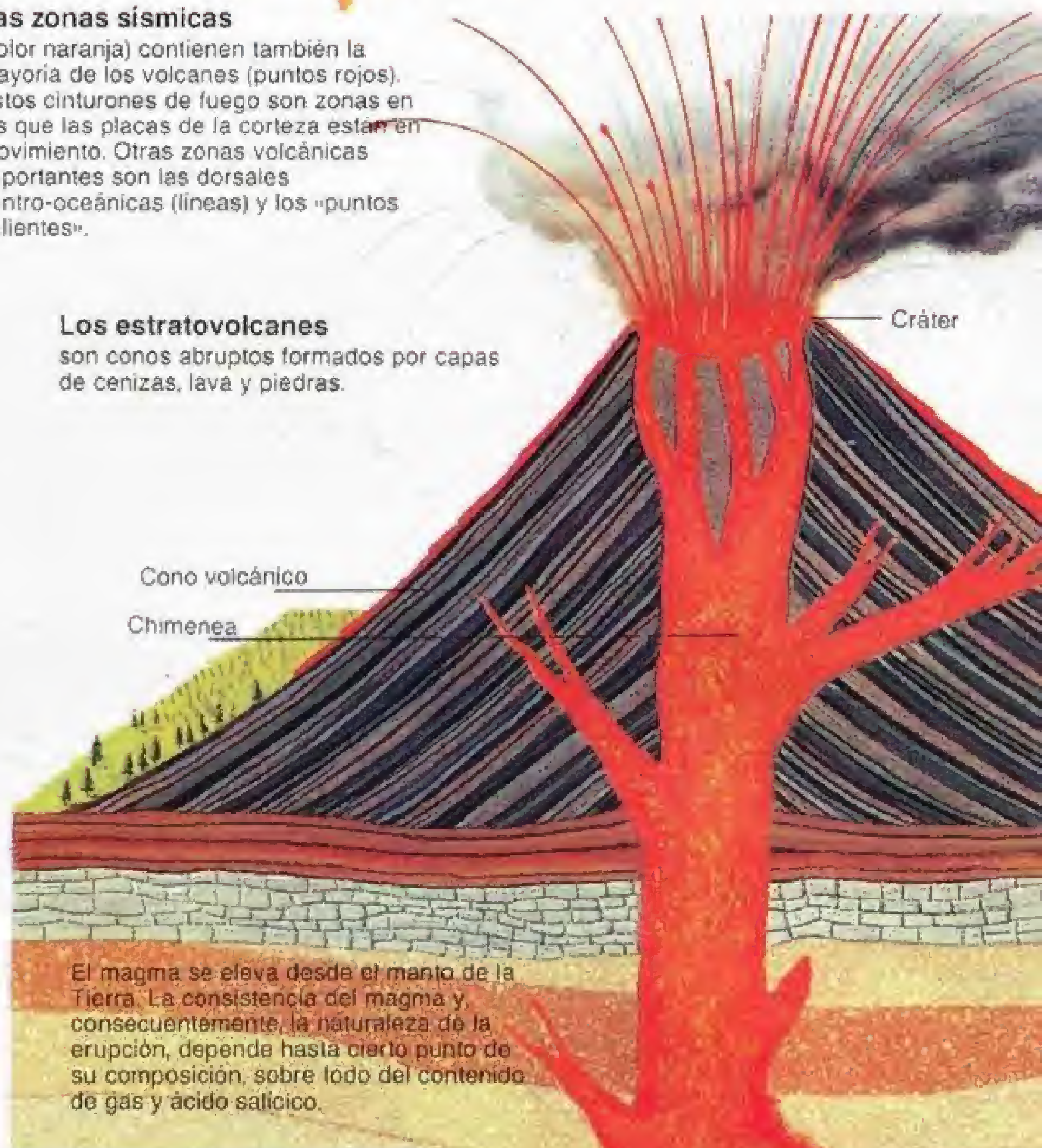
El vulcanismo se produce cuando el magma se eleva a través de la corteza terrestre. Por qué se produce, cuándo y dónde fueron cuestiones misteriosas hasta la aparición de la moderna teoría de la tectónica de placas. Ahora sabemos que los «cinturones de fuego» de la Tierra suelen seguir los límites de las placas geológicas. El 90 por 100 de todos los volcanes activos se encuentran bien a lo largo de las líneas de expansión (como en Islandia) o en las zonas de subducción (los Andes, Japón). En las zonas de expansión se forma nueva corteza cuando el magma se eleva desde el manto, mientras que en las zonas de subducción se destruye al ser empujada hacia el manto y refundirse con él. El magma del que se formaron los volcanes de los Andes, por ejemplo, está formado principalmente de corteza «reciclada». Los puntos calientes que originan las cadenas de volcanes cuando la corteza terrestre se desliza sobre ellos siguen constituyendo un enigma científico. Dan la impresión de llevar millones de años en el mismo punto del manto.

La naturaleza del vulcanismo varía según la composición del magma. Determinados volcanes, además de nitrógeno, vapor de agua y azufre gasificado, producen principalmente piedras, «bombas» volcánicas, pequeños «lapilli» y cenizas. Un ejemplo es el Vesubio, que sepultó a Pompeya en el año 79. Es este tipo de volcán el que forma el perfil característico de cono abrupto. Otros volcanes arrojan nubes de gas incandescente, como el Monte Pelée de la Martinica, que mató a 30.000 personas en 1902. La lava muy líquida produce los escudos volcánicos de contornos menos profundos. Otros fenómenos característicos son los domos de lava originados por las introducciones de magma, los geisers y las fumarolas.

Se suelen considerar los volcanes como puramente destructivos. Han causado la muerte de muchos miles de personas y las coladas de lava y las cenizas han tenido consecuencias económicas desastrosas. Durante la erupción del Tambora en Indonesia, en 1815, arrojó tanto polvo a la atmósfera que, al año siguiente, no hubo prácticamente verano. Sin embargo, hay otros aspectos. Se cree que todo el carbono orgánico y todo el agua de nuestro planeta es de origen volcánico; no formaban parte de la atmósfera primigenia, sino que surgieron del manto de la Tierra. Así pues, el vulcanismo puede considerarse como una condición necesaria para la existencia de vida en nuestro planeta.



Las zonas sísmicas
(color naranja) contienen también la mayoría de los volcanes (puntos rojos). Estos cinturones de fuego son zonas en las que las placas de la corteza están en movimiento. Otras zonas volcánicas importantes son las dorsales centro-oceánicas (líneas) y los «puntos calientes».

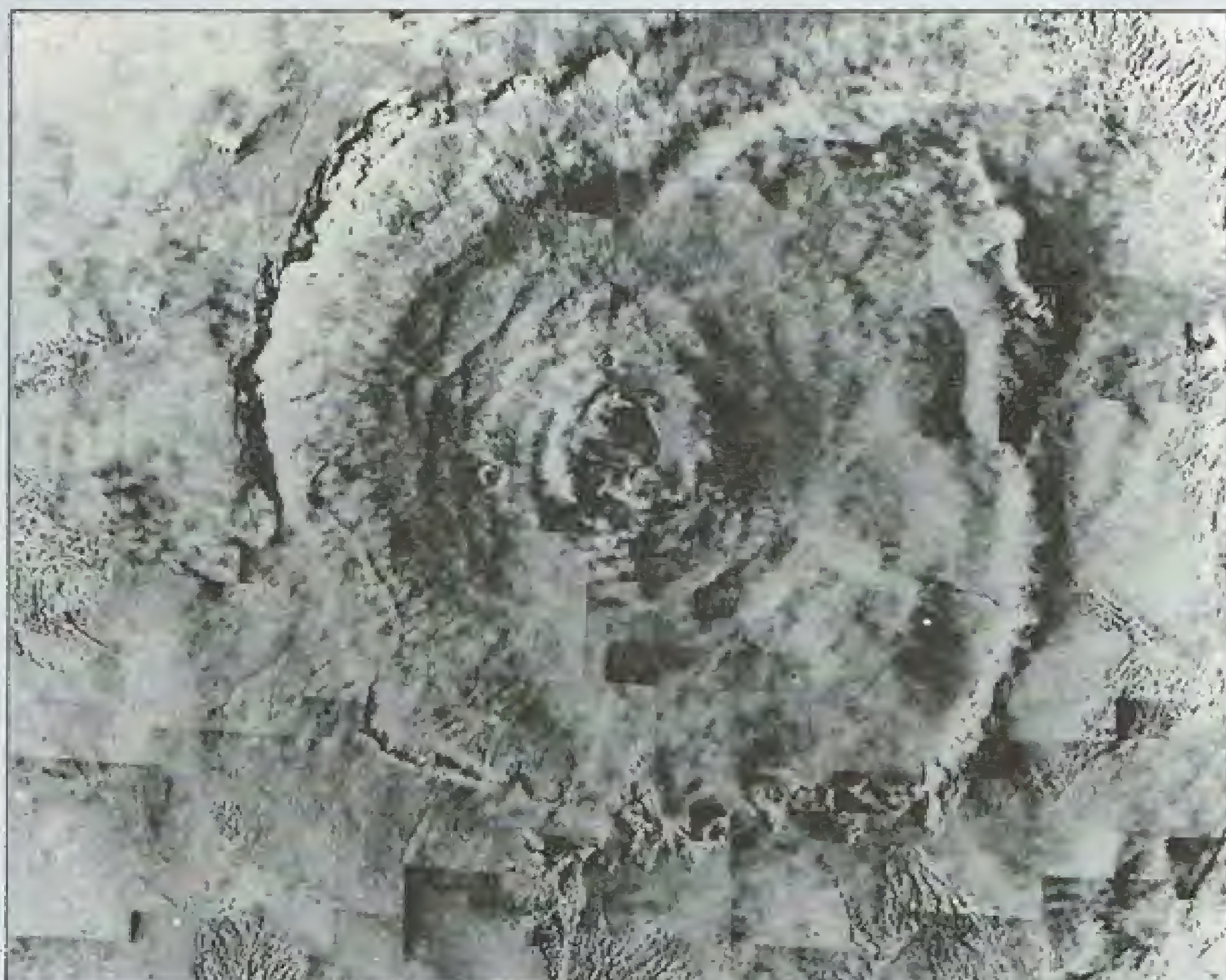


Los estratovolcanes
son conos abruptos formados por capas de cenizas, lava y piedras.

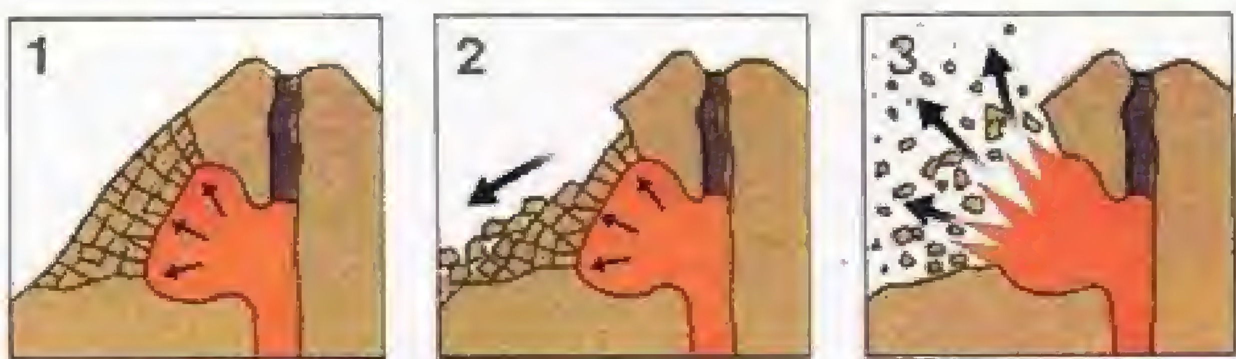
El magma se eleva desde el manto de la Tierra. La consistencia del magma y, consecuentemente, la naturaleza de la erupción, depende hasta cierto punto de su composición, sobre todo del contenido de gas y ácido salícico.

Vulcanismo extraterrestre

El volcán más grande de nuestro sistema solar es el Monte Olimpo de Marte. Es un gigantesco escudo volcánico, con un diámetro de cerca de 600 kilómetros y la cumbre, una caldera, se eleva unos 23.000 metros sobre el desierto circundante. Las laderas en suave pendiente acaban abruptamente en una caída de unos 4.000 metros hasta el suelo. Todo esto se percibe claramente en el mosaico de fotos verticales hechas por una sonda espacial en órbita. También parece darse actividad volcánica en algunos satélites de Júpiter, aunque los cráteres conocidos de nuestra luna y de Mercurio no tienen relación con el vulcanismo. Son cráteres de impacto causados por la caída de meteoritos en el momento de formación de los cuerpos celestes.



Estudio de un caso volcánico: El Monte Saint Helens



El Monte Saint Helens, en el noroeste de los Estados Unidos, tuvo una erupción violenta en 1980. La chimenea hacia la parte superior del cráter estaba bloqueada, y la presión del magma provocó la hinchazón y fractura de la ladera de la montaña (1).
Un deslizamiento de tierras liberó posteriormente la presión que rodeaba al magma (2) y estalló la ladera (3). Fue probablemente la erupción volcánica más fotografiada de la historia.



Rocas y piedras pequeñas caen en torno al cráter, la ceniza se dispersa por zonas más amplias.

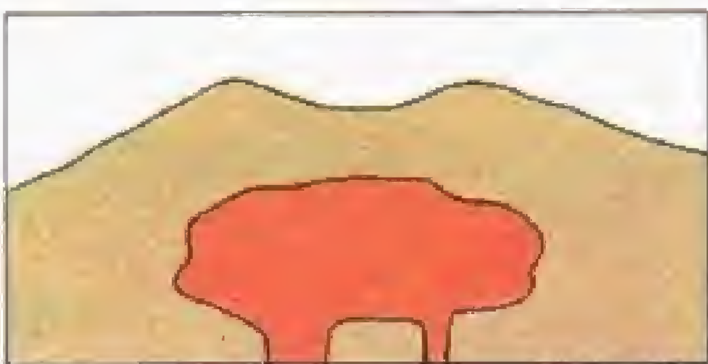
Las fisuras laterales pueden liberar lava o gas, aunque también pueden convertirse en cráteres laterales.

Los escudos volcánicos se forman a partir de lavas líquidas y gaseosas. Son más bajos y más planos que los típicos estratovolcanes, y también más grandes.

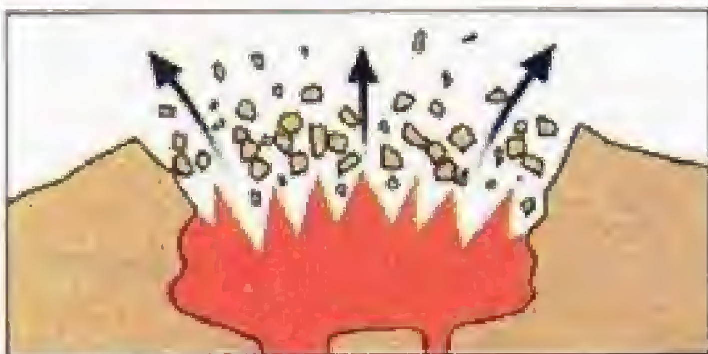
Los geisers y otras fuentes de aguas calientes surgen cuando el agua del suelo llega a estratos geológicos calientes. Estas erupciones se producen a intervalos, cuando el agua hierve de manera violenta.

Formación de una caldera

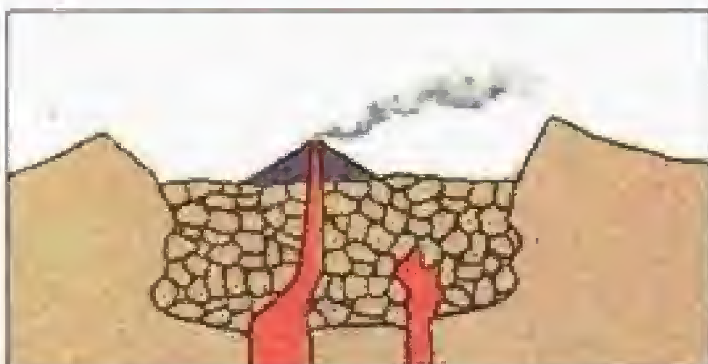
Se forma una caldera después de la formación subterránea de una gran cámara de magma. La chimenea acostumbrada no se ha formado.



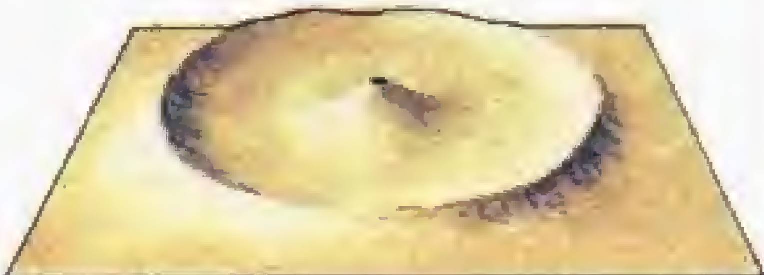
La presión se libera entonces mediante una explosión que destroza la roca situada sobre la cámara. Los materiales más ligeros son arrojados al aire...



... pero la mayoría de las rocas pesadas caen a la cámara vacía. La actividad volcánica decreciente puede formar un pequeño cono volcánico en la caldera.



El resultado final es una depresión circular rodeada de un reborde montañoso y a veces con un lago. El diámetro puede ser de 20 o más kilómetros.



El punto caliente de Hawaii





El punto caliente se mantiene en el mismo lugar del manto, mientras la placa del Pacífico se desliza sobre él en dirección noroeste (flecha). De esta forma se han creado una serie de islas, de las cuales sólo la principal, Hawaii, muestra actualmente cierta actividad volcánica.

La energía del subsuelo

La sociedad industrial se nutre de los recursos energéticos del subsuelo: carbón y petróleo. Ambos son, en realidad, energía solar fosilizada de épocas geológicas remotas.

La hulla se formó en el Carbonífero, hace unos 300 millones de años. En unas condiciones de presión y calor inmensos, la vegetación muerta se fue transformando gradualmente en el mineral que ahora se extrae. El carbón marrón o lignito tiene un origen algo más reciente. No está transformado de manera tan completa como el carbón negro o de hulla y su contenido energético es menor. El petróleo y el gas natural son también de origen orgánico, aunque en su caso fueron organismos unicelulares los que absorbieron los rayos del Sol durante la Era de los dinosaurios, hace un par de millones de años. No obstante, según otra teoría, parte al menos del gas natural es «gas profundo», hidrocarburos que han existido en el interior de la Tierra desde la formación del planeta y que se han ido filtrando al exterior durante miles de millones de años. Parte de este gas ha quedado atrapado bajo estratos rocosos cerrados de la misma forma que el gas orgánico.

El interés por el carbón y el petróleo surgió por la fácil disponibilidad de los yacimientos de superficie. El combustible fósil se empleó en gran escala por primera vez en la Inglaterra del siglo XVI, donde, a consecuencia de la deforestación, había escasez de leña para las ciudades en desarrollo. Más adelante se empleó el carbón para alimentar los motores de vapor de la revolución industrial. La explotación a gran escala del petróleo comenzó en Estados Unidos en la década de 1850, siendo los productos principales en aquella época el lubricante de ejes y la parafina para lámparas. El petróleo era un derivado sin utilidad alguna. Una pequeña cantidad se vendía como quitamanchas, mientras que el resto se eliminaba quemándolo.

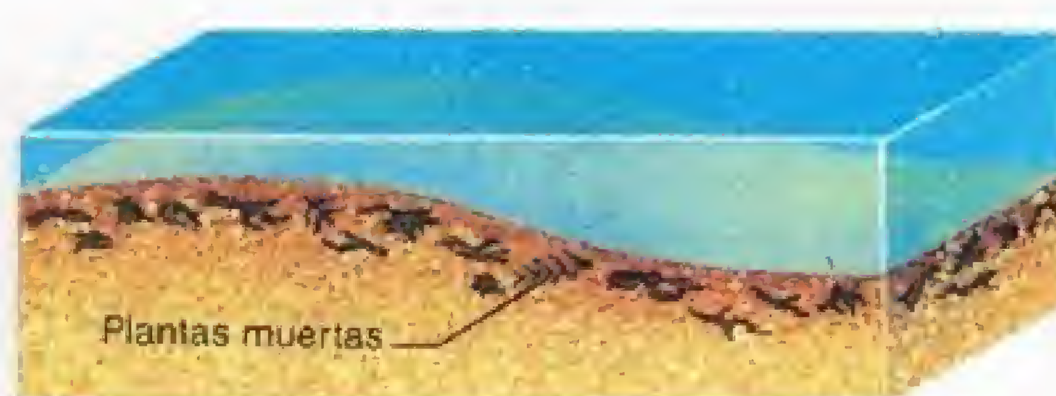
Otro tipo de energía del interior de la Tierra es la geotérmica, el calor de las entrañas de nuestro planeta, heredado de la creación del sistema solar hace 5.000 millones de años. El calor se ha generado por la desintegración de los elementos radiactivos que se juntaron en el núcleo de la Tierra durante la formación del planeta.



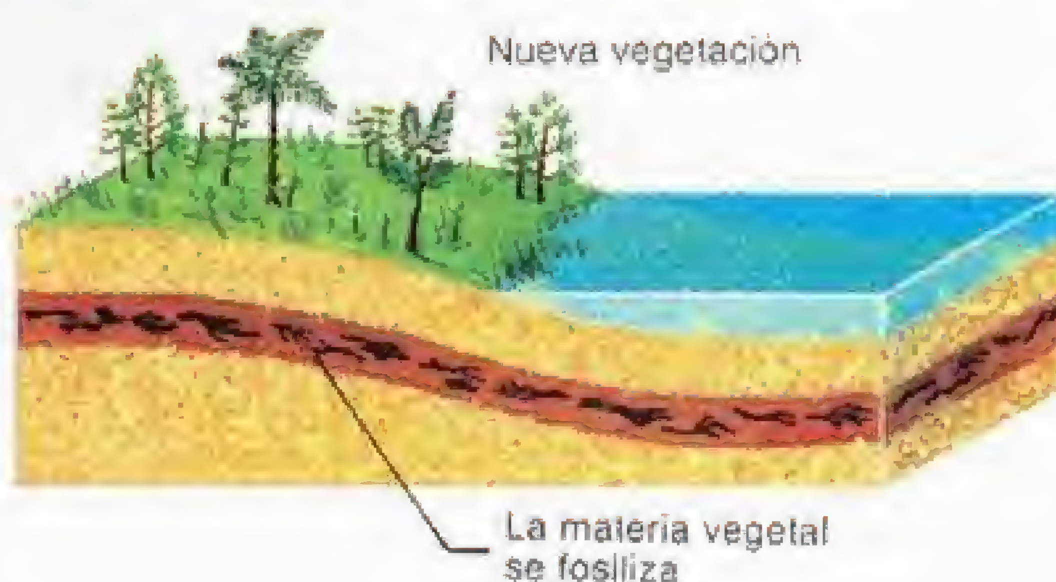
Formación de un yacimiento de carbón



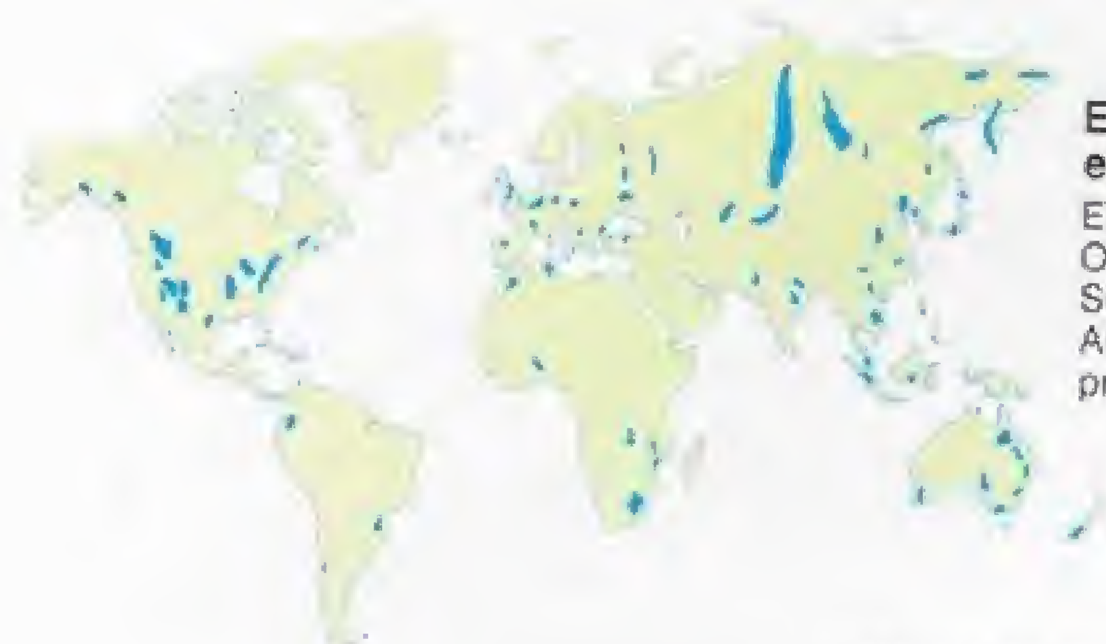
En el Carbonífero había grandes extensiones de bosques pantanosos. El nivel de las aguas variaba de una época a otra...



...y cuando se elevaba, moría la vegetación. Si la vegetación muerta estaba cubierta de tal forma que no le llegaba el oxígeno, no se desintegraba, sino que formaba una capa orgánica en el suelo.



Con el tiempo esta capa se transformaría en una veta de carbón. En el suelo situado sobre la veta surgía un nuevo bosque pantanoso, que se convertiría en otra veta de carbón.



El carbón en el mundo
Estados Unidos, Europa Occidental, la Unión Soviética, China y Australia son los principales productores.



La energía geotérmica
Donde el agua penetra en la roca caliente, se genera vapor y agua caliente, que pueden extraerse mediante una perforación. También se puede bombear agua fría por un agujero y extraerse caliente por otro. Estas perforaciones suelen tener una profundidad de 100 a 300 metros.

El carbón se encuentra en vetas
que a veces pueden ser poco profundas. Muchas minas se han hecho muy profundas con el tiempo. La minería a cielo abierto resulta más rentable. Sin embargo, esta «minería por franjas» destroza grandes áreas de terreno.

Formación del petróleo



Del cieno del fondo marino...
En lagos y lagunas poco profundas proliferaban multitud de diminutos organismos acuáticos. Al morir caían al fondo, formando una capa de cieno rica en materia orgánica. Puede que algunos dinosaurios siguieran la misma suerte, aunque no fueron los que más aportaron al proceso.





... al petróleo
El agua del fondo, pobre en oxígeno, protegía a los hidrocarburos de los organismos muertos de la desintegración. La presión y el calor convirtieron los hidrocarburos sencillos en las grandes moléculas de petróleo. Así se formaron las areniscas ricas en petróleo, las pizarras bituminosas y las arenas alquitranadas.

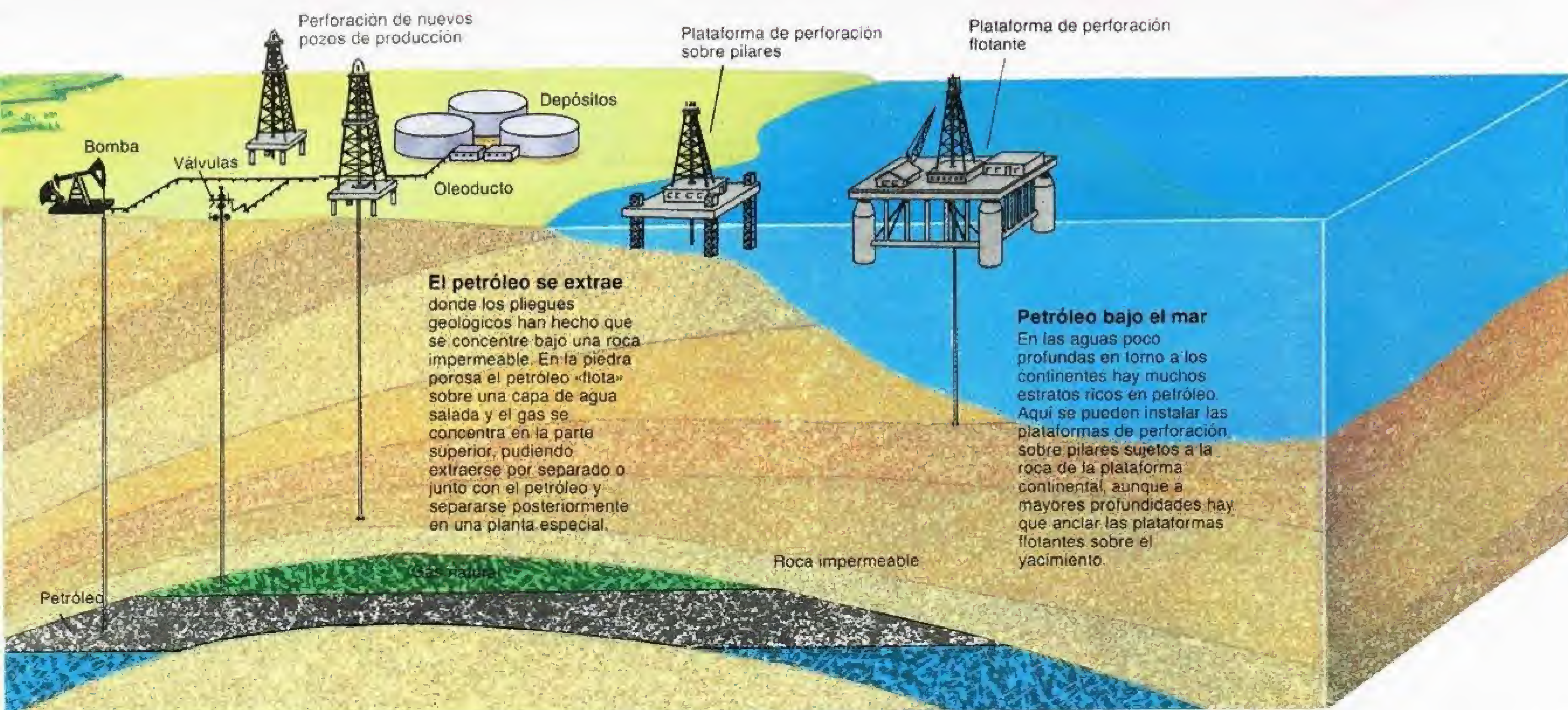




Bajo la desolada superficie del desierto se ocultan inmensas fuentes de energía.



El petróleo en el mundo
se suele encontrar lejos de donde mayor es la demanda. Se siguen buscando nuevas reservas y el aumento de los precios ha hecho rentable la extracción de petróleo de las plataformas continentales y del Ártico.

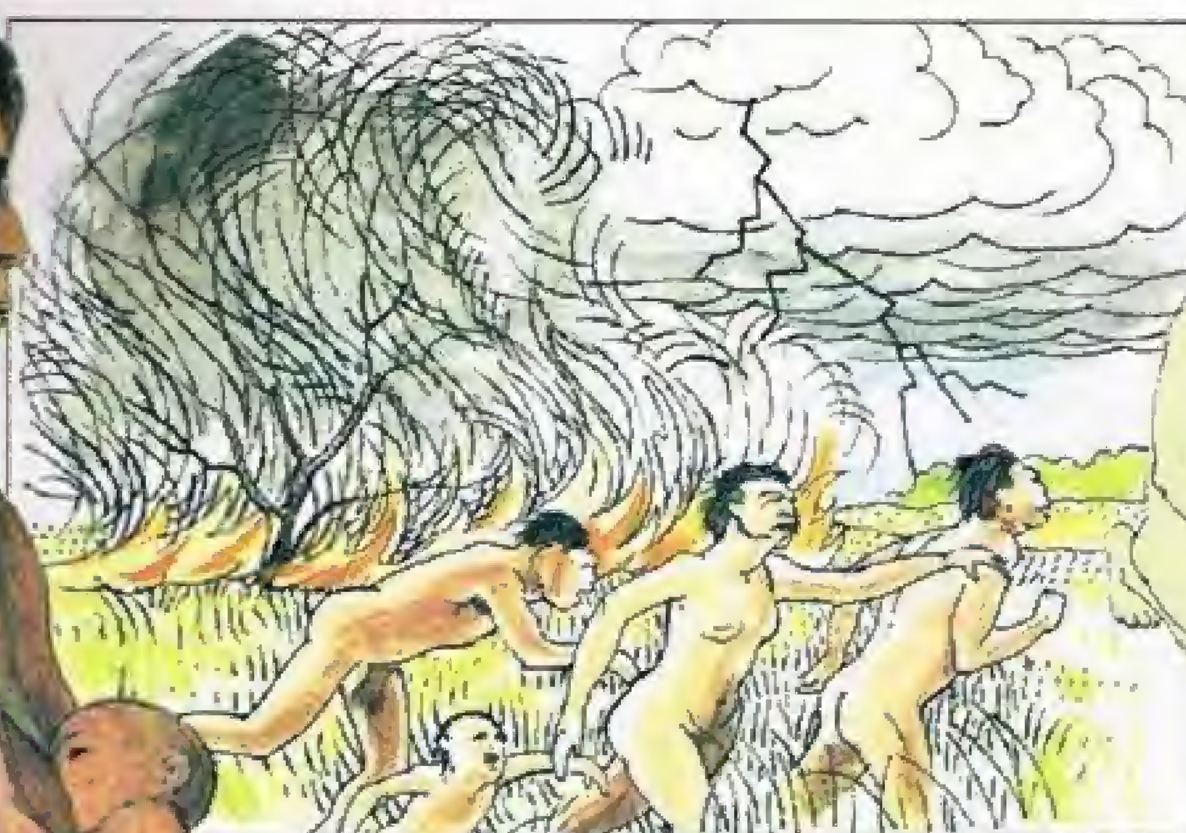


El petróleo se extrae
donde los pliegues geológicos han hecho que se concentre bajo una roca impermeable. En la piedra porosa el petróleo «flota» sobre una capa de agua salada y el gas se concentra en la parte superior, pudiendo extraerse por separado o junto con el petróleo y separarse posteriormente en una planta especial.

Petróleo bajo el mar
En las aguas poco profundas en torno a los continentes hay muchos estratos ricos en petróleo. Aquí se pueden instalar las plataformas de perforación sobre pilares sujetos a la roca de la plataforma continental, aunque a mayores profundidades hay que anclar las plataformas flotantes sobre el yacimiento.

El fuego, al servicio del hombre

El dominio del fuego





El fuego destructor
Para nuestros primeros antepasados el fuego era un elemento devastador que conocían únicamente por los incendios de las praderas causados por los rayos. Hombres y animales huían por igual ante estos grandes incendios.

Encender un fuego
sin cerillas sería imposible actualmente para la mayoría de la gente. Una técnica primitiva era el arado de fuego: se frotaba un trozo de madera hacia adelante y hacia atrás dentro de una entalladura de otro trozo de madera, hasta que el calor de la fricción producía el encendido. El berbiquí de arco era una variación del primitivo método mecánico, en el que la cuerda hacía girar una barra de madera.
La obtención de chispas golpeando pedernal y acero fue una técnica muy posterior. Independientemente del método empleado, un detalle esencial era la existencia de una materia fácilmente inflamable que encender mediante el calor o las chispas.

Portadores de fuego
Mucho tiempo después de que el hombre hubiere aprendido a emplear el fuego, seguía sin tener la técnica necesaria para encenderlo. Tenía, pues, que llevar el fuego consigo en sus desplazamientos. Entre los pueblos más primitivos les ha correspondido tradicionalmente a las mujeres la tarea de mantener encendido el fuego.

El Homo erectus, la especie antecesora del hombre moderno, comenzó a emplear el fuego hace ya un millón de años.

El fuego desciende bajo tierra



Muy pronto el fuego se convirtió en elemento importante no sólo de la metalurgia, sino también de la minería. El mineral se extraía calentando la cara de la roca y echándole posteriormente agua fría, provocando fisuras y que se partiera. Antes de la introducción de la pólvora, que no se empleó a gran escala en la minería hasta el siglo XVIII, este método de calentamiento y enfriamiento rápido era la única forma de romper minerales muy duros.

Si se le pide a un químico que defina el fuego, probablemente responderá que es una reacción de oxidación exotérmica. Si se calientan ciertos compuestos de carbono o hidrógeno hasta la temperatura necesaria, se combinarán con el oxígeno del aire (oxidación). Este proceso despide grandes cantidades de calor (es exotérmico), tanto que calienta el resto del combustible lo suficiente para que la oxidación continúe y se extienda. El fuego, en otras palabras, es una reacción química en cadena.

En las praderas en las que evolucionó el hombre primitivo, el fuego desempeñó un papel importante como regenerador periódico de la vegetación. Cuando nuestros antepasados empezaron a emplear el fuego para sus propios fines, hace entre 1.500.000 y 500.000 años, probablemente lo emplearan para levantar las presas en sus cacerías organizadas. Mucho después, en torno al año 7000 a. de C., el hombre neolítico comenzó a emplearlo regularmente como fuente de calor y de luz, y como forma de mantener alejados a los predadores nocturnos. Y aún mucho después el hombre aprendió a emplear el calor del fuego para cocinar su alimento. El fuego se convirtió probablemente en una necesidad al pasar de las cálidas llanuras de África a regiones más frías e inhóspitas.

El primitivo hogar rudimentario, un círculo de piedras, fue construyéndose a mayor altura. Pronto se dio el paso siguiente, al horno y al horno del alfarero, que se convirtió en el primitivo horno de fundición de los primeros metalúrgicos. El horno cerrado permitía controlar procesos sencillos de oxidación y de reducción. Posteriormente, la evolución se estacionó hasta alrededor del siglo XV, cuando el horno bajo de fundición fue sustituido por el alto, con un aumento de economía en combustible y una mejor regulación del proceso.

En Alejandría, los inventores griegos ya habían concebido la idea de convertir el calor en energía cinética. Este concepto fue retomado a finales del siglo XVII, cuando las minas europeas eran ya tan profundas que era imposible la extracción manual. Los primeros motores de vapor se construyeron para mover las bombas de las minas y eran del tipo atmosférico. El vapor se inyectaba en el cilindro cuando el pistón estaba en su posición exterior. Luego se añadía el agua, y el proceso de enfriamiento creaba un vacío que hacía que el pistón se moviera hacia el interior. La cadencia del pistón era de un golpe por minuto y las máquinas tenían que ser enormes para alcanzar la energía necesaria.

James Watt cambió la situación. En 1769 introdujo un condensador en el motor de vapor. Esto mejoró la economía de combusti-



Para producir el carbón para los hornos de fundición se empleaban grandes cantidades de madera.

Transformación del calor

Primitiva elaboración del hierro
Durante miles de años se fundió el hierro en hornos bajos en forma de colmena. Se llenaban con capas alternas de mineral de hierro y carbón de coque. Cuando éste se había quemado dejaba en el fondo una especie de torta esponjosa de hierro. El proceso tenía variaciones locales. Hornos de este tipo se han estado empleando en África hasta el presente siglo.



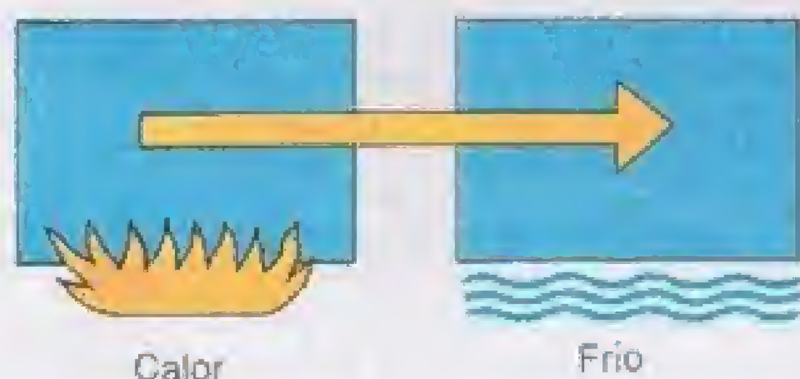
Las impurezas se eliminaban golpeando el hierro incandescente con un martillo.

Un fuelle, manual o de viento, aumentaba la temperatura del horno hasta el punto de fundición del hierro, 1.528°C.

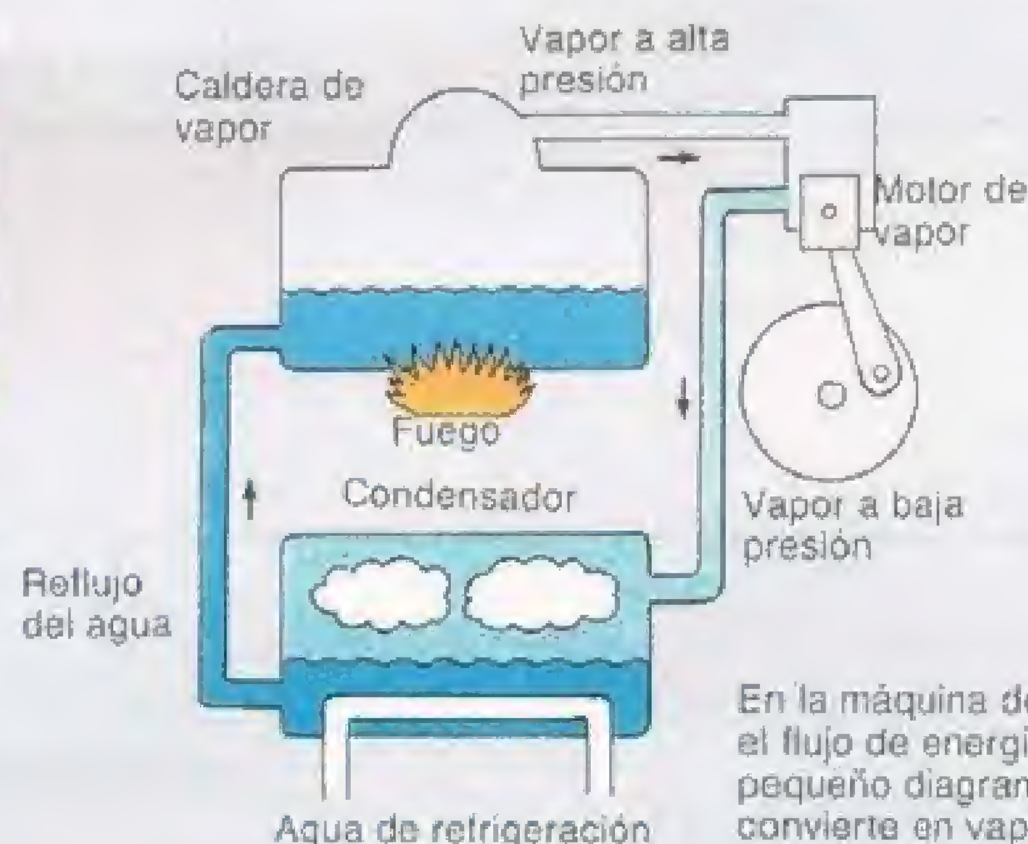


La primitiva tecnología del calor
La metalurgia de los pueblos antiguos formó parte de una evolución que se desarrolló a lo largo de miles de años. El fundidor de bronce adoptó el horno del alfarero, y cuando se le añadió el fuelle pudo emplearse este horno para la fundición del hierro. El horno sencillo podía además emplearse para la fabricación de cristal (arriba: soplador de cristal oriental).

Fuego y movimiento

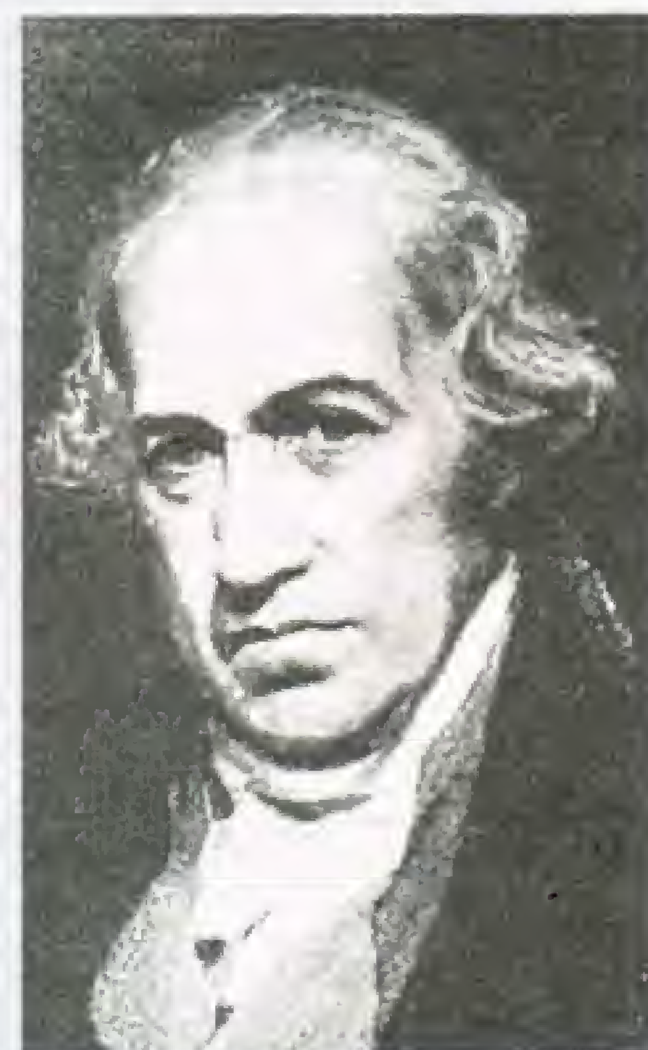


Energía en movimiento
Según las leyes termodinámicas el calor sólo puede pasar de un medio con una temperatura más elevada a otro con una temperatura inferior (flecha). En su recorrido puede conseguirse que esta energía calorífica efectúe un trabajo proporcional al descenso de temperatura. A manera de símil, el agua que cae de un nivel superior a otro inferior puede emplearse para mover una turbina, con la correspondiente pérdida de energía.



En la máquina de vapor (arriba izquierda), el flujo de energía es semejante al del pequeño diagrama (izquierda). El agua se convierte en vapor mediante su calentamiento en la caldera, y luego se enfría en el condensador. Entremedias, el vapor hace moverse al cilindro del motor. Este principio es el mismo en centrales de energía nuclear, en turbinas y en motores sencillos de movimiento alternativo.

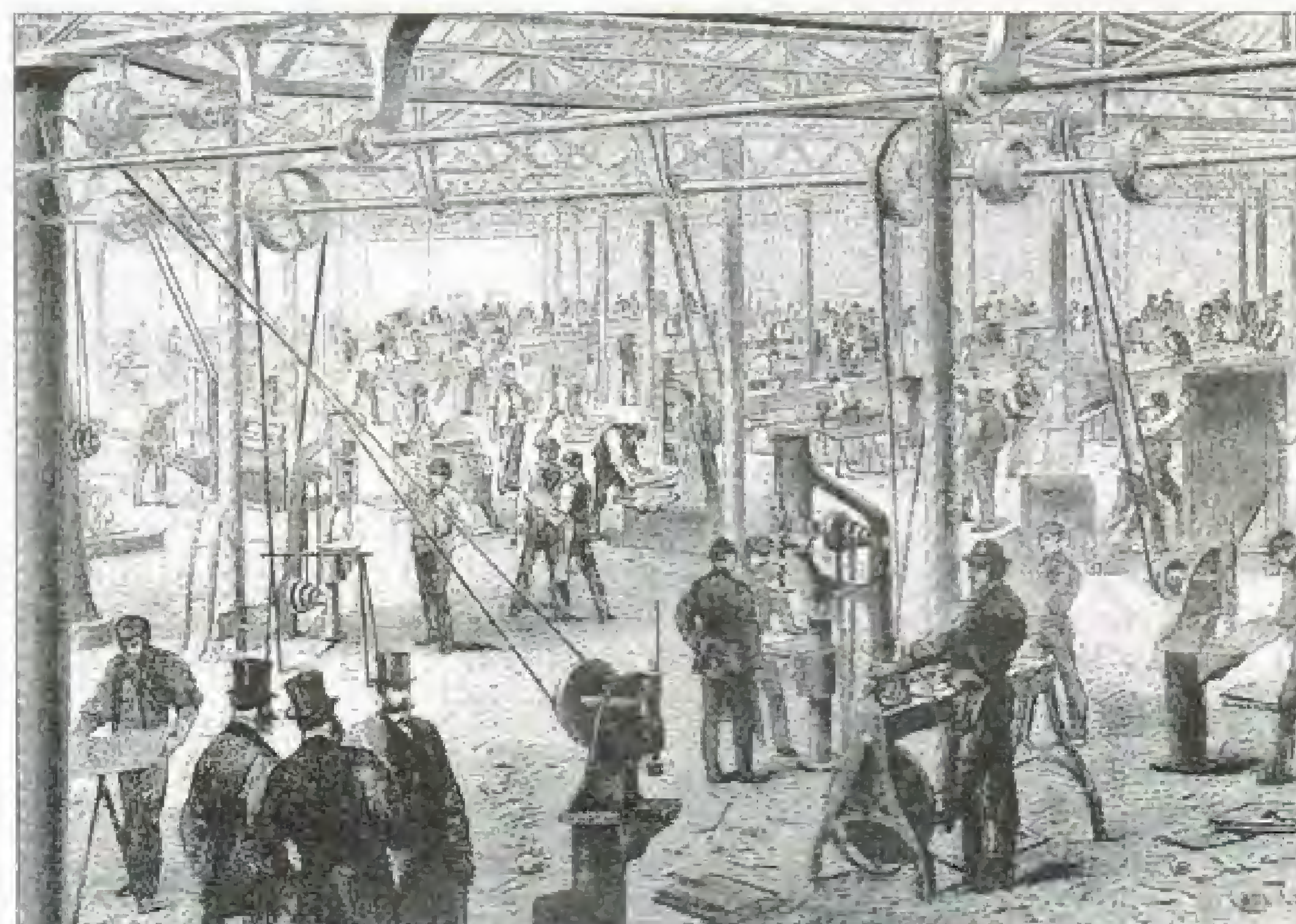
James Watt
no inventó la máquina de vapor, pero sí inventó el condensador que mejoró la eficacia del motor, convirtiéndolo en una fuente de energía económica para la industria. Esto supuso que las fábricas no dependieran ya únicamente de la rueda hidráulica.



ble y la cadencia de golpes. Introdujo la biela que convertía el movimiento del pistón en un movimiento rotatorio, así como el regulador que controlaba la cadencia. Watt era un industrial autodidacta, constructor de fábricas y de instrumentos, e inventó el condensador por pura intuición. El análisis científico del invento lo realizó el francés Sadi Carnot en 1824, fundando así la termodinámica, la ciencia de la transformación de la energía.

A menudo se ha malinterpretado el papel del vapor en la industrialización de Europa. El vapor no creó la industrialización, ya existían la industria y las máquinas antes de Watt. Medio siglo después de la primera patente de Watt, la rueda hidráulica seguía utilizándose como fuente de energía en la industria británica, la más avanzada del mundo en aquella época. No obstante, el motor de vapor liberó a la industria de las limitaciones de la energía hidráulica en cuanto al emplazamiento y al volumen de la fábrica.

Fue en el terreno del transporte donde se dio la verdadera revolución. Los barcos de vapor abrieron el valle del Mississippi, las locomotoras de vapor abrieron el oeste de Estados Unidos y Siberia al comercio internacional y al desarrollo económico. El vapor contribuyó a transportar los productos de los países industrializados por todo el mundo y a traer las materias primas a estos mismos países. El desarrollo del vapor marcó la llegada del mundo moderno.



Las fábricas del siglo XIX
funcionaban con motores de vapor, distribuyendo la energía a las diferentes máquinas mediante un laberinto de ejes y correas. La producción aumentó, aunque también se centralizó más, ya que el artesano individual no podía permitirse tener su propio motor de vapor. Las numerosas correas al descubierto hacían que las condiciones de trabajo fueran muy peligrosas.

El aprovechamiento de la energía





Alimentación de los hornos

La minería del carbón ha sido siempre uno de los trabajos más arduos y peligrosos, y en la actualidad se están haciendo grandes esfuerzos para mejorar las condiciones de trabajo. La fotografía muestra una mina de carbón mecanizada en Gran Bretaña. La máquina del dibujo corta el carbón directamente de la cara. Una gran parte del agotador trabajo del minero se está mecanizando, aunque las condiciones de las minas de carbón serán siempre difíciles.

El aprovechamiento de la energía desde 1800

El uso de la energía por el hombre ha aumentado espectacularmente siempre que ha adoptado nuevas técnicas energéticas. La tecnología de la energía en los dos últimos siglos ha avanzado paso a paso: máquina de vapor, nacimiento de la industria petrolífera, tecnología eléctrica, motor de combustión interna y los avances tecnológicos más recientes. Toda innovación ha creado nuevos campos de aprovechamiento de la energía, aumentando así su consumo.

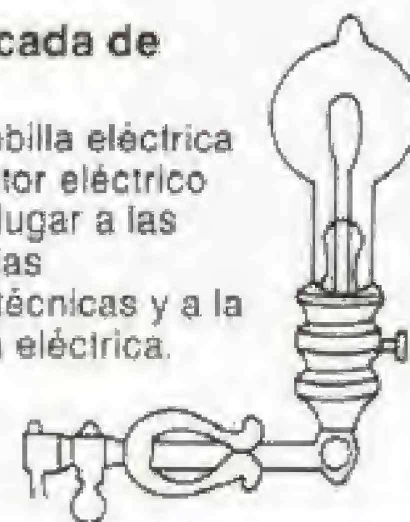
1804
La máquina de vapor convirtió al carbón en fuerza motriz de la industria. La locomotora de vapor revolucionó el transporte.



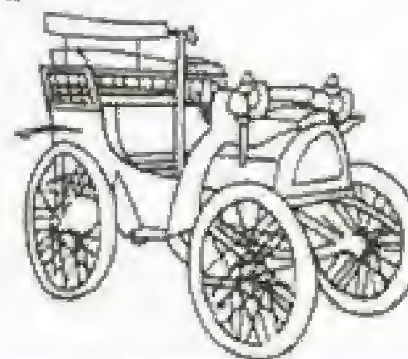
La década de 1850
La lámpara de parafina creó un mercado para la incipiente industria petrolífera.



La década de 1890
La bombilla eléctrica y el motor eléctrico dieron lugar a las industrias electrotécnicas y a la energía eléctrica.



El fin del siglo
El motor de combustión interna revolucionó el transporte por carretera e hizo técnicamente viable el avión.



El motor eléctrico y el motor de combustión interna
fueron las innovaciones más importantes entre 1890 y 1900. El motor eléctrico y la dinamo permitieron la amplia distribución de la energía eléctrica y sustituyeron rápidamente al pesado motor de vapor como fuente de energía en la industria. El motor de combustión interna condujo directamente al automóvil y al avión. Esta nueva tecnología dio lugar a lo que se ha denominado «segunda revolución industrial».

El Sol es la principal fuente de energía de nuestro sistema planetario. Su superficie irradia al espacio una radiación electromagnética de una magnitud casi inconmensurable, que puede calcularse en 4×10^{23} kilowatios, es decir, un cuatro seguido de 23 ceros. De esta enorme producción, la Tierra recoge unos 127.500 miles de millones de kilowatios en el lado con luz o 1 kW/m^2. Esta energía recorre la atmósfera y la hidrosfera antes de regresar al espacio. Todos los procesos vitales se mantienen por la energía que los organismos retienen de este flujo para emplearla en su propio metabolismo y en su medio de vida.

Esto sirve también para el hombre. Nuestros primeros antepasados no disponían de más energía que su fuerza muscular. Se dieron dos grandes pasos cuando el hombre dominó el fuego hace un millón de años y cuando aprendió a aprovechar la fuerza de los animales de tiro durante la revolución agrícola de hace unos 8.000 años. Pero el principio permaneció inalterado. La madera con la que el hombre alimenta sus fuegos y el forraje que alimenta a sus animales eran energía solar reconstituida, como todos los alimentos que él mismo consume.

La situación cambió espectacularmente cuando el hombre empezó a emplear combustibles fósiles, carbón y petróleo. A partir de entonces se pudieron emplear grandes cantidades de energía en el transporte, la industria y la agricultura, lo cual preparó el camino para un continuo aumento de la producción. Parecía que se habían superado todas las limitaciones naturales. Este optimismo energético llegó a su culmen con el desarrollo de la energía nuclear, que prometía a la humanidad una energía casi gratuita en cantidades ilimitadas.

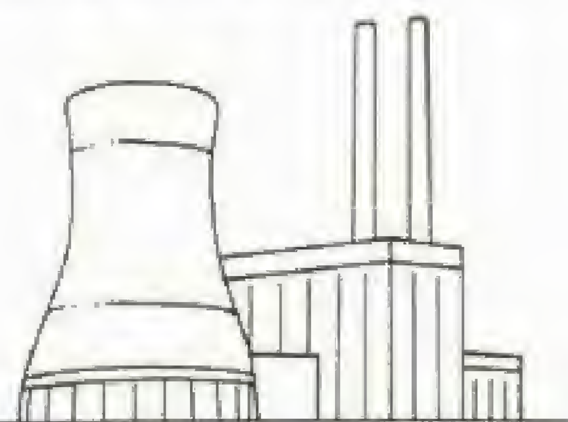
Ahora, sin embargo, nos estamos dando cuenta de que nuestros recursos energéticos no son inagotables, que su explotación es costosa y que tal explotación es, en última instancia, perjudicial para el medio ambiente.

Las leyes de la termodinámica indican que la energía es indestructible. La energía no puede ni crearse ni destruirse, simplemente aprovecharse mediante su transformación. La corriente eléctrica de un enchufe de pared puede suponer sólo el 40 por 100 de la energía del petróleo, uranio o agua corriente empleada para el funcionamiento de los generadores de la central eléctrica. La luz de una bombilla eléctrica representa una décima parte de su potencia, es decir, diez vatios de 100. ¿Qué sucede con el resto y dónde va la luz cuando se apaga la lámpara? Toda esta energía, incluyendo la energía luminosa, se convierte en calor de bajo grado, que escapa hacia el espacio en forma de radiaciones infrarrojas de onda larga.

Las radiaciones de un cuerpo son proporcionales a su temperatura. La temperatura de la Tierra se ha estabilizado en un punto en el que la radiación incidente y la reflectada se equilibran exactamente. El calor que emana de los combustibles fósiles y de las reacciones nucleares no procede del Sol. Es calor adicional, contaminación térmica, que aumenta la temperatura de la atmósfera. En consecuencia, la temperatura media de la Tierra debe aumentar para mantener el equilibrio de radiación. Hasta ahora esta alteración térmica del medio se ha notado únicamente a niveles locales, cuando los desechos de torres y agua de refrigeración han afectado al microclima en el entorno próximo. Lo anteriormente descrito muestra que la producción de energía tiene unos límites. La vía para una mayor prosperidad no es ya un aumento de la producción de energía, sino unos procesos de producción y unos estilos de vida más económicos energéticamente y menos destructores del medio ambiente.

La década de 1950

Se inició el desarrollo de la energía nuclear comercial, la disponibilidad ilimitada de energía barata seguía considerándose la clave de todo tipo de progreso técnico y económico. La tecnología de esta energía nuclear «pacífica» procedía de los programas militares de armamento nuclear.





¿Energía limpia?

El tratamiento del combustible y la distribución de la energía se realiza en condiciones mucho más tolerables de las existentes bajo el suelo. La fotografía muestra la sala de control de una central nuclear. La sala de control de una central térmica de carbón tiene un aspecto parecido, aunque los cuadros de mandos tengan un aspecto menos impresionante. A pesar de la limpieza de la sala de control de la central, las amenazas al medio ambiente existen. Toda conversión técnica de energía, incluso el fuego doméstico, produce daños ambientales de algún tipo. Los grandes sistemas de energía son muy eficaces, pero pueden averiarse. Una avería importante puede dejar prácticamente paralizada toda una región.

Una comunidad saturada de energía

Durante las décadas de 1950 y 1960, el consumo de energía aumentó vertiginosamente en los países industriales, doblándose cada cinco años en algunos casos. Este aumento no se debió tanto a la energía nuclear como a la expansión de las redes de energía eléctrica y a los sistemas de gasoductos a escala continental. Durante los años 70 el consumo de energía se estancó, debido en parte a la necesidad de ahorrar petróleo y a una reducción general de la expansión económica. Los países industriales predicen ahora el estancamiento de su consumo de energía, al tiempo que siguen aumentando las necesidades del Tercer Mundo.

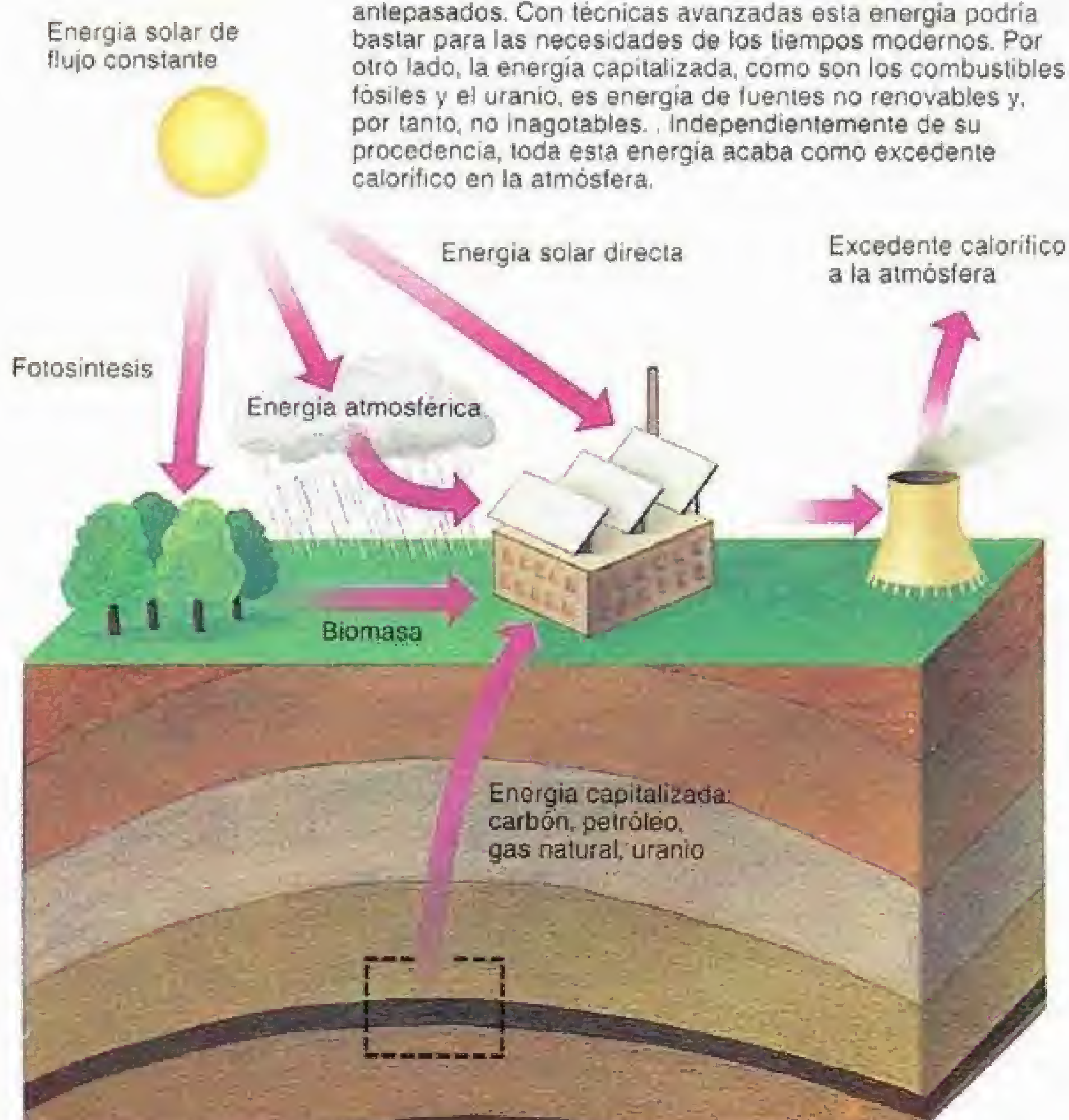
El hombre y la escalera energética

El «homo sapiens» y sus antecesores han estado siempre situados en algún punto de la «escalera energética», aunque entre un escalón y otro hay millones de años. El fuego y la utilización de bestias de carga, como bueyes, burros y caballos, fueron los avances más importantes hasta la llegada de la industrialización. Entre estos grandes cambios el consumo de energía per cápita se mantuvo a niveles relativamente estables.



Energía renovable frente a energía no renovable

El empleo de fuentes de energía renovable supone la captación de la energía solar a su paso por la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera, tal como hicieron nuestros antepasados. Con técnicas avanzadas esta energía podría bastar para las necesidades de los tiempos modernos. Por otro lado, la energía capitalizada, como son los combustibles fósiles y el uranio, es energía de fuentes no renovables y, por tanto, no inagotables. . Independientemente de su procedencia, toda esta energía acaba como excedente calorífico en la atmósfera.



Sociedades energéticamente pobres

Los recursos energéticos están distribuidos desigualmente. Los países industrializados emplean el 90 por 100 de toda la energía disponible, mientras que la mayor parte de los habitantes de los países en desarrollo tienen que conformarse con la «energía de subsistencia» que encuentren. Su búsqueda de combustible (abajo) ocupa una cantidad enorme de tiempo y trabajo, y causa con frecuencia graves daños a la vegetación.



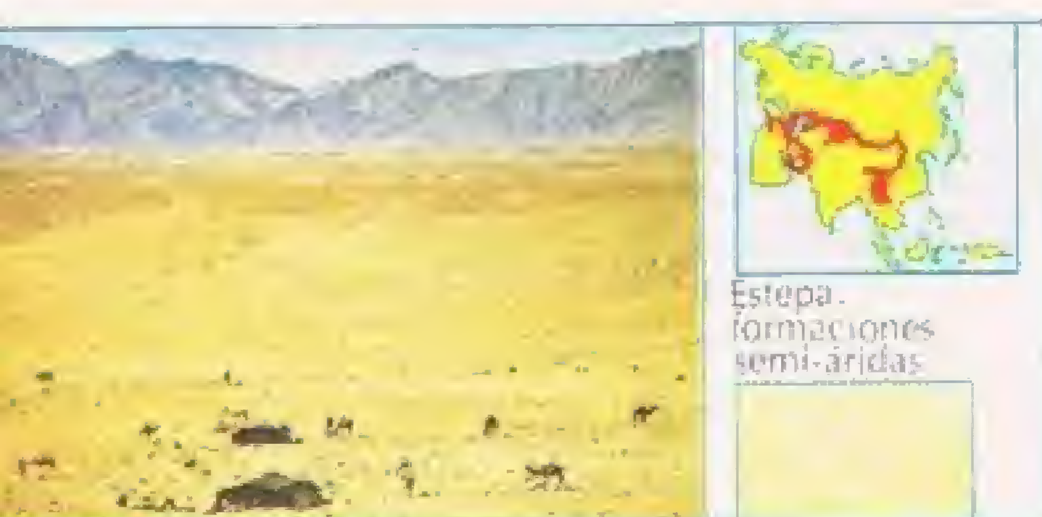

Tundra


Bosque de coníferas

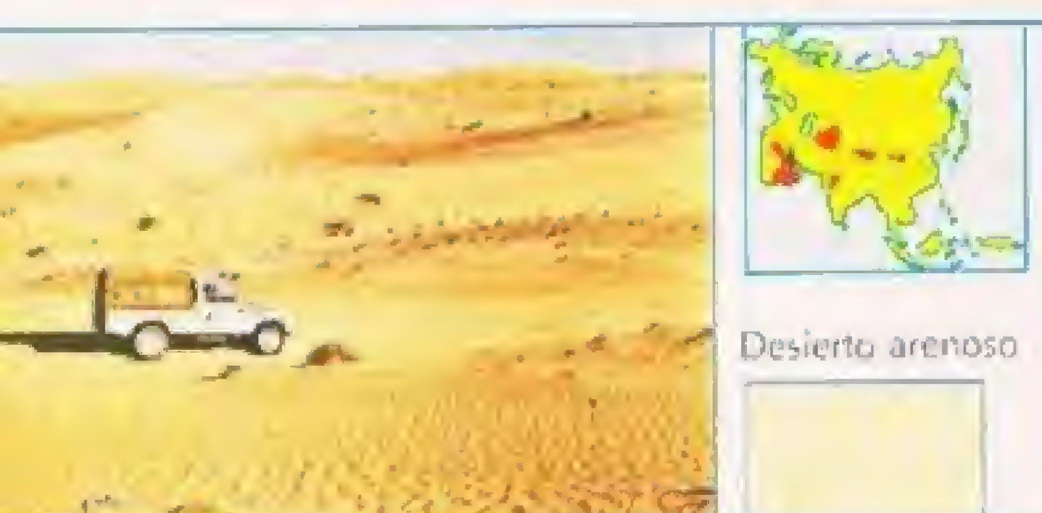

Bosque mixto


Tierras cultivables


Praderas y herbazales











El Mundo en mapas

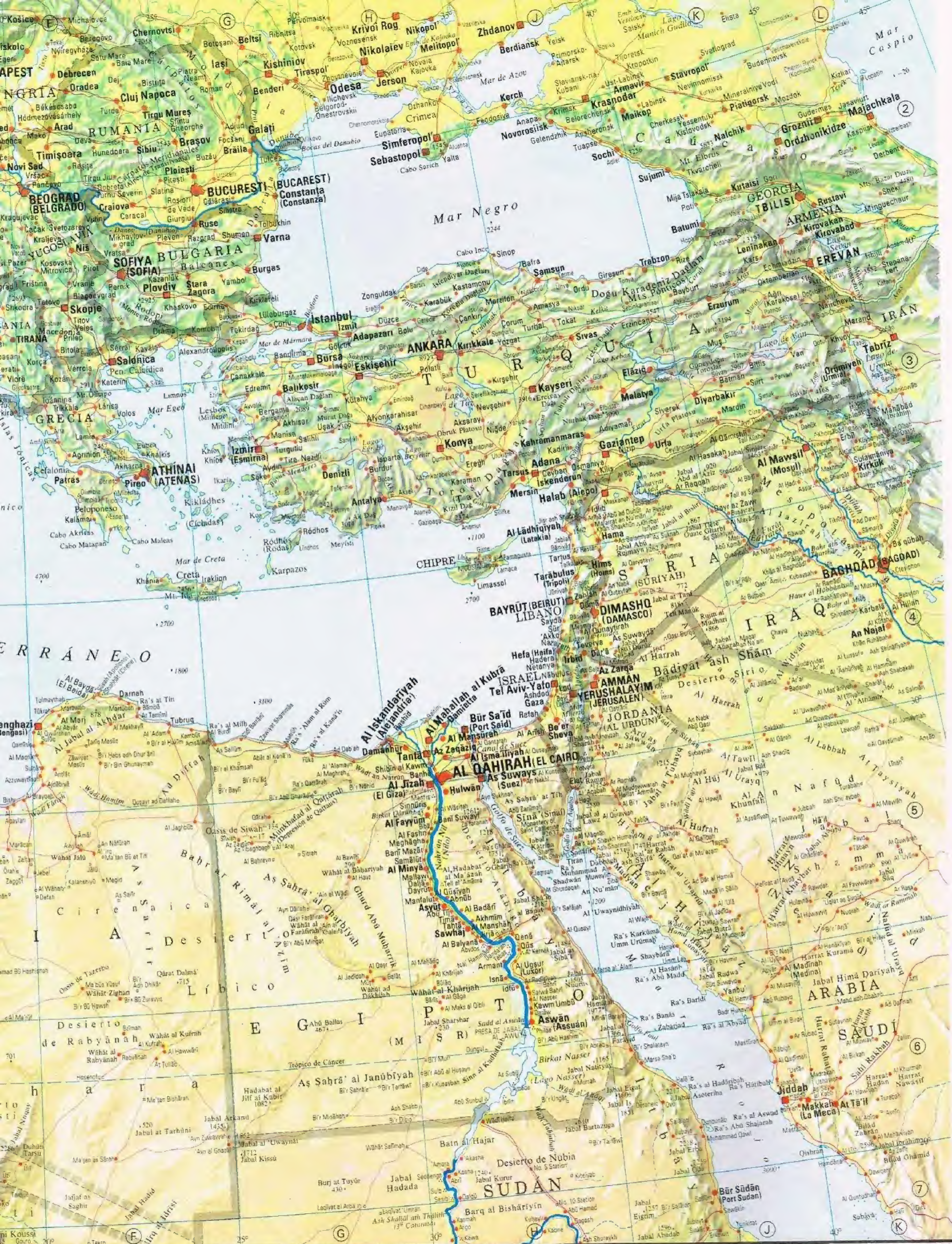
Un mapa es una representación de la superficie de la Tierra, aunque por ser abstracto, carece del realismo de la fotografía aérea; las montañas, los rios, los mares y las ciudades han de ser indicados mediante signos y colores convencionales. Ha sido necesario clasificar y ordenar la infinita variedad de la superficie de la Tierra para poder representarla de una manera fácilmente comprensible. En el pasado, la cartografía ha adolecido quizás de excesiva abstracción; muchos lectores recordarán los antiguos atlas escolares en los que el desierto del Sahara, próximo al nivel del mar, aparecía en un verde exhuberante, mientras que la rica vegetación de las tierras altas africanas se representaba en marrón oscuro; el mapa no indicaba las caracteristicas específicas del paisaje, con sus bosques y prados, sus desiertos y sus llanuras cultivadas.

Las imágenes captadas por los satélites y las fotografías de la Tierra tomadas desde el espacio han inspirado una nueva era en cartografía. Los mapas del medio geográfico de este atlas acercan la representación de la superficie de la tierra a la realidad. Las antiguas y esquemáticas curvas de nivel han sido sustituídas por efectos plásticos de relieve y colores más próximos a los del mundo natural. Esta nueva forma de cartografía representa la superficie de la Tierra con un grado de detalle no conseguido jamás hasta ahora en un atlas de este tipo.

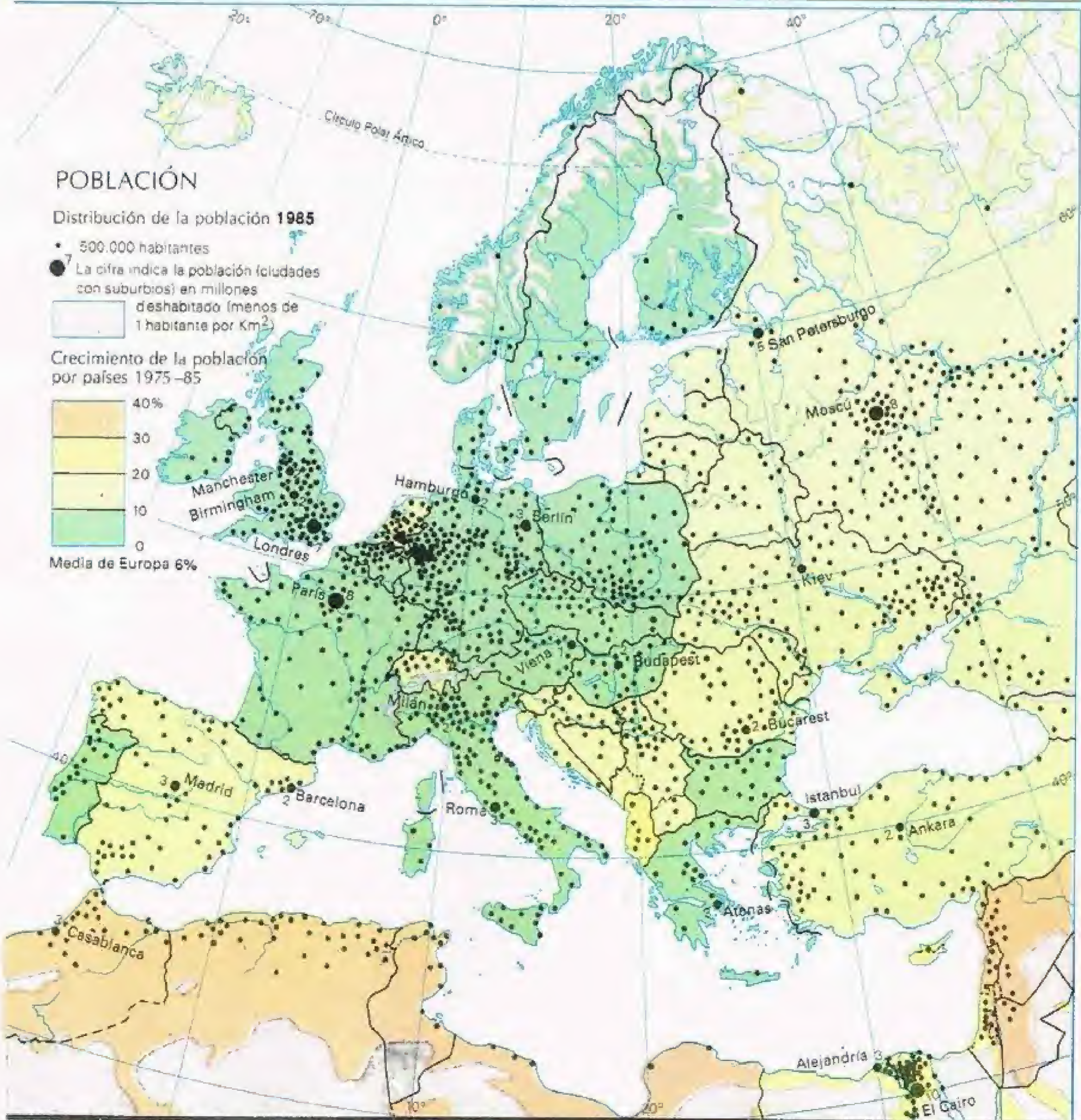
La clave de la izquierda indica las principales categorías en que se han agrupado los diferentes medios geográficos. Otros medios específicos no representados aquí tienen también su propio código de color. En las guardas posteriores puede encontrarse la serie completa de todos ellos. Para el mapa de España se utiliza un código específico de colores, que igualmente se encuentra en las guardas posteriores.



OCÉANO
ATLÁNTICO
Golfo de Vizcaya
FRANCIA
Angers
Nantes
Orléans
Tours
Blois
Strasbourg
Stuttgart
REP. FEDERAL DE ALEMANIA
Munich
Augsburg
Freiburg
WIEN (VIENA)
Linz
Salzburg
Innsbruck
AUSTRIA
Graz
Zürich
BERNA
Lausanne
Ginebra
Basilea
Mulhouse
Dijon
Besançon
Lyon
Limoges
Clermont-Ferrand
Saint-Etienne
Grenoble
Burdeos
Toulouse
Montpellier
Nîmes
Marsella
Toulon
Niza
Cannes
Perpignan
Narbonne
Carcassonne
Bayonne
Biarritz
Milán
Turín
Génova
Venecia
Verona
Bolonia
Florencia
Pisa
Livorno
Parma
Módena
Bergamo
Brescia
Padova
Trieste
LIUBLIANA
ZAGREB
Rijeka
Zadar
Split
Ancona
Rímini
Ravenna
Perugia
ROMA
ITALIA
Nápoles
Salerno
Bari
Taranto
Foggia
Pescara
Cosenza
Catanzaro
Reggio di Calabria
Messina
Palermo
Catania
Siracusa
Sicilia
Marsala
Trapani
MALTA
VALLETTA
Córcega
Cerdeña
Sassari
Ajaccio
Bastia
Cagliari
Mar de Liguria
Mar Tirreno
Mar Adriático
Islas Baleares
Menorca
Mallorca
Palma de Mallorca
Ibiza
A Coruña (La Coruña)
Vigo
Oviedo
Gijón
Santander
Bilbo (Bilbao)
Baracaldo
Donostia (San Sebastián)
Vitoria-Gasteiz
Pamplona
Burgos
León
Valladolid
Salamanca
Zaragoza
Barcelona
Badalona
Sabadell
Hospitalet
Tarragona
MADRID
Toledo
ESPAÑA
Cordillera Cantábrica
Castelló de la Plana (Castellón de la Plana)
València (Valencia)
Alacant (Alicante)
Elche
Murcia
Cartagena
Albacete
Badajoz
Córdoba
Sevilla
Granada
Málaga
Almería
Huelva
Jerez de la Frontera
Cádiz
Sierra Morena
Sierra Nevada
PORTUGAL
LISBOA
Oporto
Coimbra
Setúbal
Évora
Algarve
Gibraltar (R.U.)
Ceuta (Esp.)
Tánger
Tetuán
Melilla (Esp.)
Oujda
Fès
Meknès
RABAT
Salé
Kenitra
Dar el Beida (Casablanca)
Marrakech
MARRUECOS
Atlas
AL JAZĀ'IR (ARGEL)
Orán
Mostaganem
Blida
Sidi Bel Abbès
Tlemcen
Sétif
Constantine
Skikda
Annaba
Batna
Biskra
Laghouat
Ghardaïa
Ouargla
Touggourt
Béchar
TUNIS (TÚNEZ)
TUNICIA
Sousse
Sfax
Gabès
Djerba
TARĀBULUS (TRÍPOLI)
Golfo de Gabès
Gran Erg Occidental
Gran Erg Oriental
ARGELIA
Tademait
Hamada de Tinrhert
Tassili N-Ajjer
Ahaggar
Hoggar
Tanezrouft
Desierto Chech
Desierto Iguidi
El Khnâchich
Adrar des Iforas
Monte Tahat
MALI
NÍGER
Aïr
Erg Brusset
Desierto de Tafassasset
Macizo de Tarazit
Trópico de Cáncer
Al Hamādah al Hamrā'
Idhān Awbārī
Dunas de Murzuq
Fezzán
Tripolitania
Jabal Nafūsah
LIBIA
CHAD
MAR MEDITERRÁNEO


Mar Caspio
Mar Negro
Mar de Azov
Crimea
Simferopol'
Sebastopol
Odesa
Krivoi Rog
Nikopol'
Nikolaiev
Zhdanov
Melitopol'
Jerson
Kerch
Novorossiisk
Krasnodar
Stavropol'
Armavir
Maikop
Sochi
Nal'chik
Grozni
Majachkala
Ordzhonikidze
Kutaisi
GEORGIA
TBILISI
Rustavi
ARMENIA
Kirovakan
Leninakan
EREVAN
Batumi
Chernovtsi
Beltsi
Kishiniov
Tiraspol'
Iasi
Botoșani
Cluj Napoca
Debrecen
Oradea
Arad
Timișoara
Tîrgu Mureș
Brașov
Sibiu
Galați
Brăila
RUMANIA
BUCUREȘTI (BUCAREST)
Constanța (Constanza)
Ploiești
Craiova
BEOGRAD (BELGRADO)
Novi Sad
YUGOSLAVIA
Niš
Ruse
Varna
Burgas
SOFIYA (SOFIA)
BULGARIA
Plovdiv
Stara Zagora
Skopje
TIRANA
Bitola
Selanica
GRECIA
Volos
Larisa
ATHINAI (ATENAS)
Pireo
Patrás
Peloponeso
Mar Egeo
Kikládhes (Cícladas)
Mar de Creta
Creta
Ródhos (Rodas)
Karpazos
Lesbos
İstanbul
İzmit
Adapazarı
Bursa
Eskişehir
Balıkesir
İzmir (Esmirna)
Denizli
Antalya
Konya
ANKARA
Kırıkkale
Kayseri
Sivas
Samsun
Trabzon
Erzurum
Elazığ
Malatya
Diyarbakır
Gaziantep
Urfa
Kahramanmaraş
Adana
Tarsus
Mersin
İskenderun
T U R Q U Í A
Zonguldak
Sinop
Tabriz
IRÁN
Al Mawsil (Mosul)
Kirkuk
Erbil
BAGHDĀD (BAGDAD)
Karbalā'
An Najaf
I R A Q
Halab (Alepo)
Al Lādhiqīyah (Latakia)
Hamā
Ḥimṣ (Homs)
S I R I A (SŪRIYAH)
DIMASHQ (DAMASCO)
Ṭarābulus (Trípoli)
BAYRŪT (BEIRUT)
LÍBANO
CHIPRE
Limassol
Hefa (Haifa)
ISRAEL
Tel Aviv-Yafo
YERUSHALAYIM (JERUSALÉN)
AMMAN
Az Zarqā'
JORDANIA (AL URDUN)
Bādiyat ash Shām
Desierto Sirio
Gaza
Be'er Sheva
Būr Sa'īd (Port Said)
Al Iskandarīyah (Alejandría)
Al Maḥallah al Kubrā
Al Manṣūrah
Damanhūr
Ṭanṭā
Az Zaqāzīq
Al Ismā'īlīyah
AL QĀHIRAH (EL CAIRO)
Al Jīzah (El Giza)
Ḥulwān
As Suways (Suez)
Sīnā' (Sinaí)
Golfo de Suez
Golfo de Aqaba
Al Fayyūm
Banī Suwayf
Al Minyā
Asyūṭ
Sawhāj
Qinā
Al Uqṣur (Luxor)
Aswān (Assuán)
E G I P T O (MIṢR)
Lago Nasser
Trópico de Cáncer
Desierto Líbico
Oasis de Siwah
Desierto de Nubia
SUDÁN
Būr Sūdān (Port Sudan)
Jiddah
Makkah (La Meca)
Aṭ Ṭā'if
Al Madīnah (Medina)
ARABIA SAUDÍ
Al Ḥijāz
Yanbu
Tabūk
An Nafūd
Ḥā'il
Benghazi (Bengasi)
Darnah
Tubruq
Cirenaica
MEDITERRÁNEO
Escala 1 : 10.000.000
0 100 200 300 400 km


DIVISIÓN POLÍTICA
Escala 1 : 30.000.000
0
500
1000 km
Círculo Polar Ártico
ISLANDIA
Islas Faeroes (DINAMARCA)
NORUEGA
SUECIA
FINLANDIA
FEDERACIÓN RUSA
ESTONIA
LETONIA
LITUANIA
DINAMARCA
IRLANDA (EIRE)
REINO UNIDO
PAÍSES BAJOS
BELARÚS
POLONIA
BÉLGICA
REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA
LUXEMBURGO
CHECOSLOVAQUIA
UCRANIA
FRANCIA
SUIZA
AUSTRIA
HUNGRÍA
MOLDOVA
RUMANIA
ANDORRA
MONACO
SAN MARINO
CIUDAD DEL VATICANO
ITALIA
BH
Y
M
BULGARIA
ALBANIA
PORTUGAL
ESPAÑA
TURQUÍA
Gibraltar (R.U.)
Ceuta (Esp.)
Melilla (Esp.)
GRECIA
MARRUECOS
MALTA
CHIPRE
SIRIA
LÍBANO
ISRAEL
JORDANIA
TUNICIA
ARGELIA
LIBIA
EGIPTO


POBLACIÓN
Distribución de la población 1985
500.000 habitantes
La cifra indica la población (ciudades con suburbios) en millones
deshabitado (menos de 1 habitante por Km²)
Crecimiento de la población por países 1975–85
40%
30
20
10
0
Media de Europa 6%
Círculo Polar Ártico
San Petersburgo
Moscú
Manchester
Birmingham
Londres
Hamburgo
Berlín
París
Kiev
Viena
Budapest
Milán
Bucarest
Madrid
Barcelona
Roma
Istanbul
Ankara
Atenas
Casablanca
Alejandría
El Cairo


REYKJAVIK
ISLANDIA
Vatnajökull
Surtsey
OCÉANO ATLÁNTICO
Islas Faeroes (Dinamarca)
Tórshavn
Rockall (R.U.)
Islas Hébridas
Islas Orcadas
Glasgow
Edimburgo
Belfast
REINO UNIDO
IRLANDA (EIRE)
DUBLÍN
Liverpool
Leeds
Manchester
Birmingham
Cork
Cardiff
Bristol
LONDRES
Land's End
Southampton
Canal de la Mancha
Islas del Canal
El Havre
Brest
PARÍS
Nantes
R. Loira
FRANCIA
Macizo Central
Golfo de Vizcaya
La Coruña
Cabo Finisterre
Burdeos
Bilbao
Cordillera Cantábrica
Toulouse
Pirineos
ANDORRA
Oporto
PORTUGAL
R. Duero
R. Ebro
Zaragoza
MADRID
Barcelona
LISBOA
R. Tajo
ESPAÑA
Valencia
Islas Baleares
Palma
Mallorca
Córdoba
Sevilla
Granada
Mulhacén
Cádiz
Málaga
Murcia
Estr. de Gibraltar
Tánger
Gibraltar (R.U.)
Ceuta (Esp.)
Melilla (Esp.)
Orán
ARGEL
RABAT
Fez
Oujda
Casablanca
MARRUECOS
R. Muluya
Gran Atlas
Atlas Sahariano
ARGELIA
Béchar
Gran Erg Occidental
El Goléa
Ouargla
Gran Erg Oriental

Mar de Barents
Murmansk
Península de Kanin
Península de Kola
Mar Blanco
Arkangel
Severodvinsk
Río Dvina Septentrional
Río Pechora
Montes Urales
Río Obi
Islas Vesteraalen
Is. Lofoten
Tromsø
Narvik
Kiruna
Bodø
Mar de Noruega
Círculo Polar Ártico
Laponia
NORUEGA
Trondheim
Golfo de Botnia
FINLANDIA
Oulu
Umeå
Östersund
Sundsvall
Lago Onega
Petrozavodsk
Lago Ladoga
Kotlas
Kirov
Perm
Serov
Nizhnii Taguil
Sverdlovsk
SUECIA
Bergen
OSLO
Stavanger
Turku
HELSINKI
San Petersburgo
Golfo de Finlandia
Is. Aland
ESTOCOLMO
TALLIN
ESTONIA
Norrköping
Isla Saaremaa
Skagerrak
Göteborg
Vänern
Embalse de Ribinsk
Yaroslavl
Ivanovo
Gorki
Kazan
Ufa
Magnitogorsk
Ustinov (Izhevsk)
R. Volga
Novgorod
Colinas de Valdai
Kalinin
Vladimir
MOSCÚ
FEDERACIÓN RUSA
Uliánovsk
Toliatti
Kuibishev
Orenburg
Riazan
Penza
Tula
Smolensk
Tambov
Saratov
Río Ural
KAZAJSTÁN
LETONIA
RIGA
Gotland
Öland
Mar Báltico
DINAMARCA
Jutlandia
Kattegat
Århus
Mar del Norte
COPENHAGUE
Malmö
Bornholm
LITUANIA
Kaunas
VILNA
Río Dvina Occidental
Kaliningrado
Gdansk (Danzig)
Kiel
Hamburgo
Bremen
PAÍSES BAJOS
ÁMSTERDAM
Hannover
R. Elba
BERLÍN
Szczecin
Poznań
Río Vístula
VARSOVIA
MINSK
BELARÚS
Río Niemen
Río Dnieper
Gomel
Briansk
Orel
Lipetsk
Kursk
Voronezh
R. Don
Pantanos del Pripiat
Essen
Dortmund
Colonia
BONN
REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA
Leipzig
Dresde
Łódź
POLONIA
Río Oder
Sudetes
Wrocław
Járkov
Volgogrado
R. Volga
Astracán
KIEV
UCRANIA
Cuenca del Donetz
Voroshilovgrad
Gorlovka
Makeievka
Donetsk
Rostov na Donu
Zhdanov
R. Don
Frankfurt
PRAGA
Katowice
Cracovia
Lvov
Vinnitsa
Dnepropetrovsk
Krivoi Rog
Zaporozhie
Nikolaiev
LUXEMBURGO
Núremberg
Brno
CHECOSLOVAQUIA
Río Dniéster
Estrasburgo
Stuttgart
Río Rin
R. Danubio
Bratislava
Cárpatos
MOLDOVA
R. Prut
KISHINIOV
Odesa
Mar Caspio
Stavropol
Grozni
Múnich
VIENA
AUSTRIA
BUDAPEST
HUNGRÍA
R. Tisza
Cluj-Napoca
RUMANIA
Alpes de Transilvania
Brasov
Mar de Azov
Península de Crimea
Simferopol
Sebastopol
Krasnodar
Cáucaso
Sochi
GEORGIA
TBILISI
AZERBAIYÁN
BERNA
Zúrich
LIECHTENSTEIN
SUIZA
Graz
LIUBLIANA
ESLOVENIA
ZAGREB
CROACIA
R. Drava
Alpes
Milán
R. Po
Venecia
Turín
Génova
Bolonia
SAN MARINO
BOSNIA HERZEGOVINA
BELGRADO
SARAJEVO
Puertas de Hierro
BUCAREST
Danubio
Constanza
Mar Negro
ARMENIA
EREVÁN
MÓNACO
Mar de Liguria
Florencia
Apeninos
Split
Mar Adriático
YUGOSLAVIA
Balcanes
SOFÍA
BULGARIA
Varna
Samsun
Montes Pónticos
Córcega
CIUDAD DEL VATICANO
ROMA
Skopje
Macedonia
Plovdiv
Istanbul
Tabriz
ITALIA
Nápoles
Vesubio
Bari
TIRANA
ALBANIA
Mar de Mármara
ANKARA
Bursa
Eskişehir
R. Kizil Irmak
TURQUÍA
Kayseri
Cerdeña
Mar Tirreno
Taranto
Salónica
Olimpo
Mar Egeo
Anatolia
Cagliari
GRECIA
Izmir
Konya
Montes Tauro
Adana
Alepo
Mosul
Kirkuk
Río Tigris
Palermo
Messina
Mar Jónico
Patras
ATENAS
Peloponeso
SIRIA
Río Éufrates
Bizerta
TÚNEZ
Sicilia
Etna
Catania
Antalya
Latakia
Homs
BAGDAD
IRAQ
Rodas
Mar Mediterráneo
VALLETTA
MALTA
Creta
Iráklion
NICOSIA
CHIPRE
LÍBANO
BEIRUT
DAMASCO
TUNICIA
Sfax
Gabès
Chott Djerid
ISRAEL
Tel Aviv-Yafo
JERUSALÉN
AMMÁN
JORDANIA
Mar Muerto
TRÍPOLI
Misurata
El Beida
Port Said
Nafud
Tripolitania
Golfo de Sirte
Bengasi
Cirenaica
Es Sallum
Alejandría
Tanta
Canal de Suez
Suez
ARABIA SAUDÍ
LIBIA
Depresión de Qattara
EGIPTO
El Giza
EL CAIRO
Río Nilo
Golfo de Suez
Pen. del Sinaí

PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME DE LAMBERT

Escala 1 : 15.000.000 0 200 400 600 km

PRODUCCIONES AGRARIAS

10 5 1% de la producción mundial promedio **1977-81**

- Trigo, centeno
- Maíz
- Mijo, sorgo
- Patatas
- Uvas
- Cítricos
- Dátiles
- Té
- Tabaco
- Azúcar de remolacha
- Algodón

10 5 millones de cabezas

- Ganado vacuno
- Ganado ovino
- Ganado porcino

Basado en las estadísticas de la ONU

- Tierra cultivable
- Pastos
- Explotaciones forestales
- Otros bosques
- Principales zonas pesca
- Otras zonas de pesca
- Tierras no productivas
- Glacial

Escala 1 : 30.000.000 (0 – 500 – 1000 km)

PRODUCCIÓN ENERGÉTICA Y MINERAL

10 5 1% de la producción mundial promedio **1977-81**

FUENTES DE ENERGÍA

- Petróleo
- Gas natural
- Carbón
- Lignito
- Uranio
- Electricidad de origen: térmico, nuclear, hidroeléctrico
- Oleoducto
- Gaseoducto

MINERALES

- Fe Hierro
- Ag Plata
- Au Oro
- Cu Cobre
- Pb Plomo
- Sn Estaño
- Zn Zinc
- Al Bauxita
- P Fosfatos
- Diamantes
- Metales aleables (manganeso, cobalto, cromo, níquel, vanadio, tungsteno)
- Región industrial

Los símbolos muestran solamente la localización de los yacimientos

Escala 1 : 30.000.000 (0 – 500 – 1000 km)

Basado en las estadísticas de la ONU



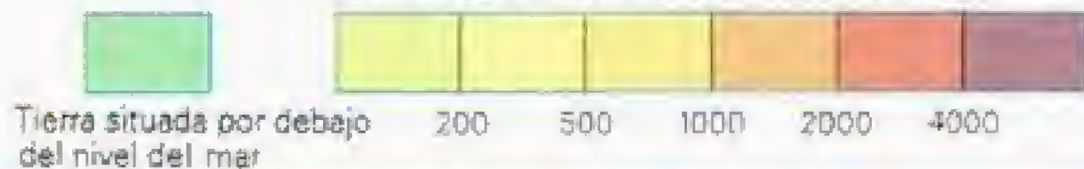
RELIEVE

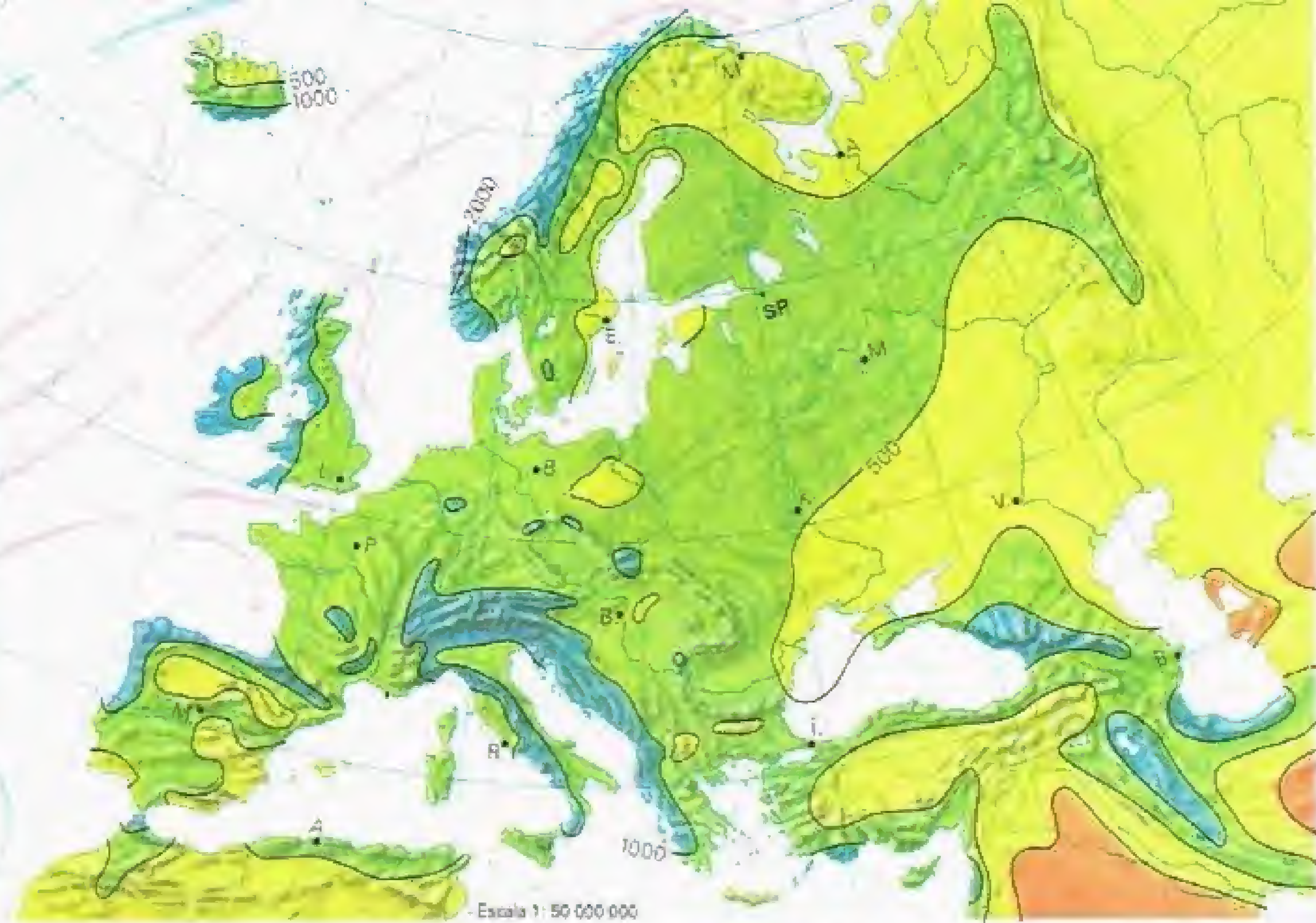
Profundidad en metros



Tierra situada por debajo del nivel del mar

Altura sobre el nivel del mar en metros





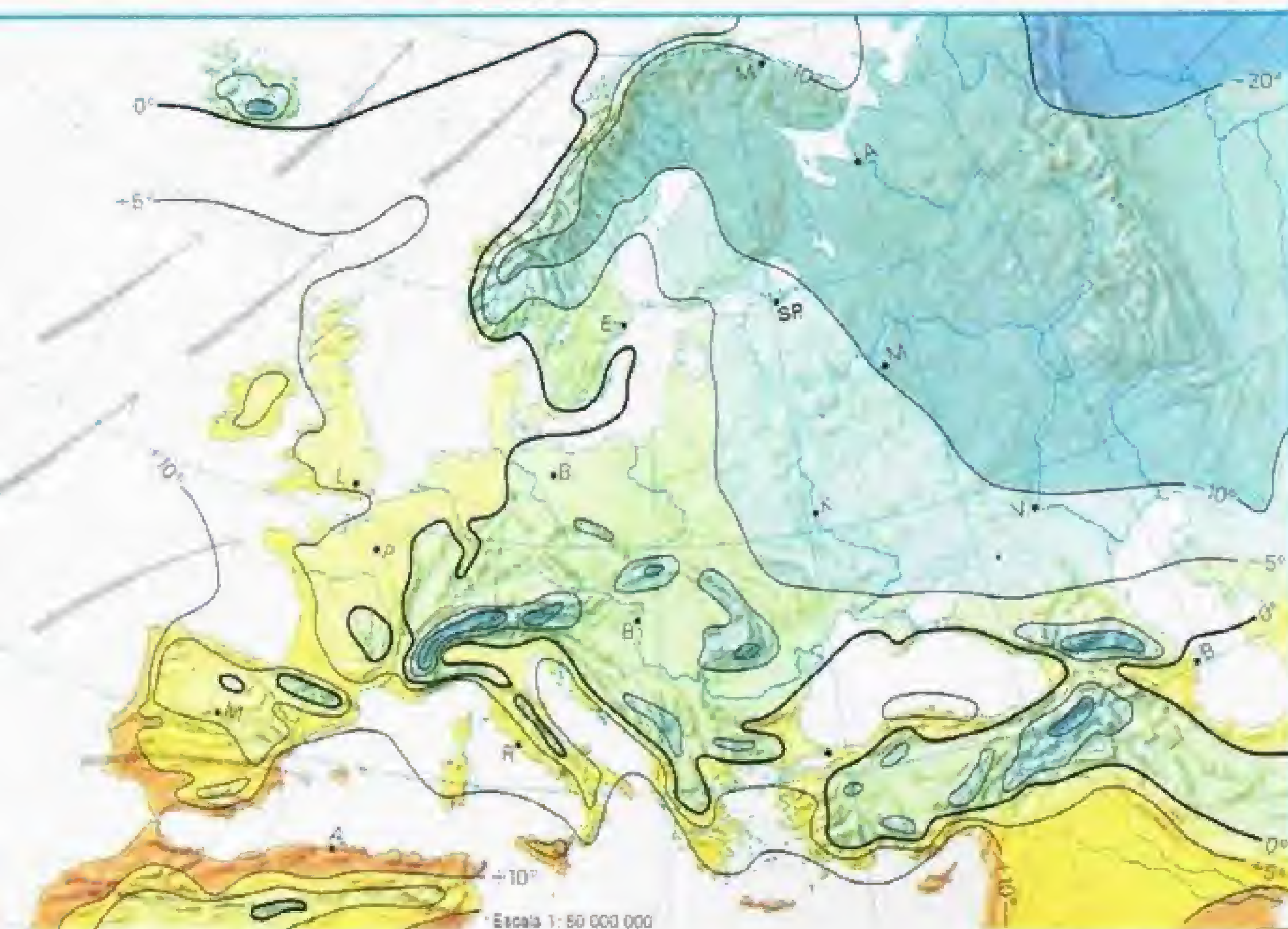
PRECIPITACIONES ANUALES, CORRIENTES OCEÁNICAS

Precipitaciones anuales (mm)



Corriente oceánica fría (en la superficie en Julio)

Corriente oceánica cálida (en la superficie en Julio)

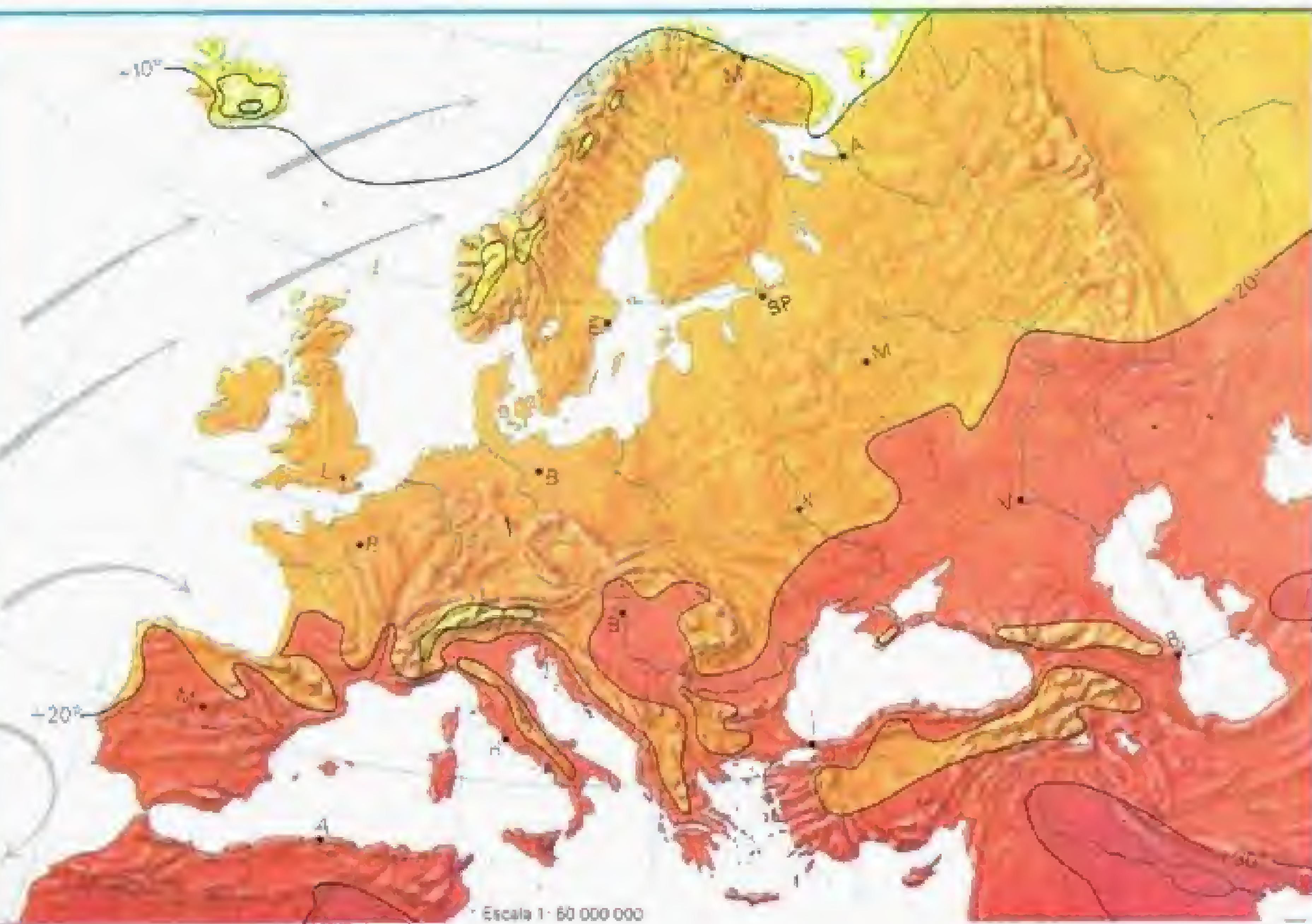


TEMPERATURAS, VIENTOS Enero



Dirección de los vientos dominantes

Temperatura media diaria (temperaturas reales)



TEMPERATURAS, VIENTOS, Julio



Dirección de los vientos dominantes

Temperatura media diaria (temperaturas reales)



CLIMA EN RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS (REGIONES AGRÍCOLAS)

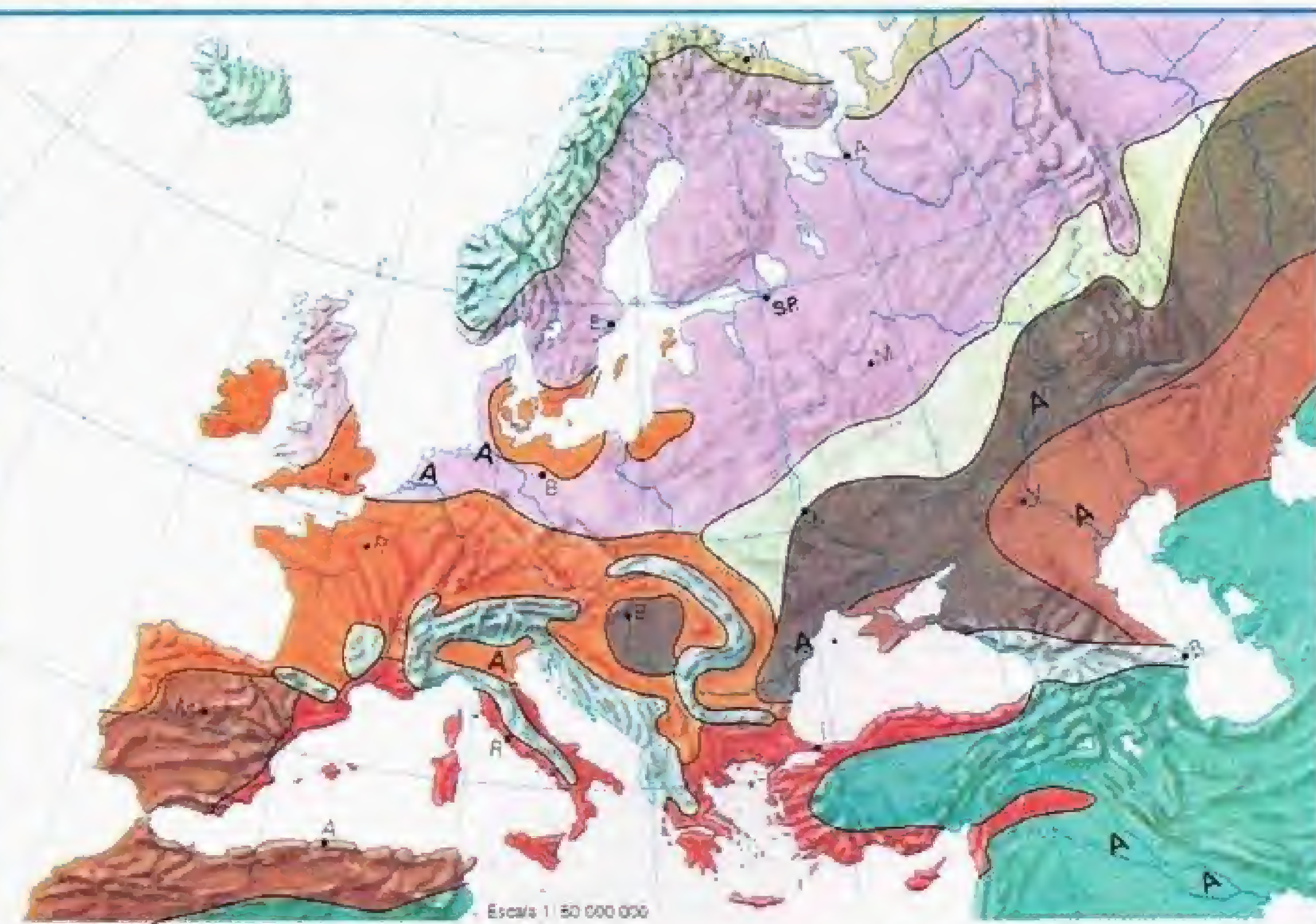
(según Köppen y otros)

Climas secos:
- Clima de estepa
- Clima desértico

Climas marítimos:
- con veranos secos
- con precipitaciones en todas las estaciones

Climas continentales:
- con precipitaciones en todas las estaciones

Climas fríos:
- Clima de tundra
- Climas ártico y alpino



SUELOS

(según Glinka, Marbut y otros)

- A A Suelos aluviales
- Tundra
- Podsoles
- Suelos pardos
- Suelos latéricos
- Suelos de estepa
- Chernozem
- Suelos castaño de estepa
- Suelos tropicales y subtropicales
- Suelos alpinos

PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME DE LAMBERT



Föroyar
(Islas Faeroes)
Islas Shetland
Islas Orcadas
Islas Hébridas
Escocia
Aberdeen
Dundee
Glasgow
Edimburgo
Mar del Norte
REINO
UNIDO
Irlanda del Norte
Belfast
Newcastle-upon-Tyne
South Shields
Sunderland
Hartlepool
Middlesbrough
Isla de Man
Mar de Irlanda
DUBLIN
(BAILE ATHA CLIATH)
IRLANDA
(EIRE)
Cork
(Corcaigh)
Leeds
Bradford
Kingston-upon-Hull
Liverpool
Manchester
Sheffield
Stoke-on-Trent
Nottingham
Leicester
Birmingham
Coventry
Wolverhampton
Cardiff
Swansea
Bristol
LONDON
(LONDRES)
Southampton
Portsmouth
Brighton
Plymouth
Mar Céltico
Canal de Bristol
Canal de la Mancha
Islas Scilly
Islas del Canal o Normandas
OCÉANO ATLÁNTICO
NORUEGA
PAÍSES BAJOS
AMSTERDAM
'S-GRAVENHAGE
(LA HAYA)
Rotterdam
Utrecht
Antwerpen
(Amberes)
BRUXELLES
BRUSELAS
BÉLGICA
Lille
Le Havre
Rouen
Caen
Brest
Rennes
Nantes
Le Mans
Orléans
PARIS
Versailles
Reims
FRANCIA
Dogger Bank
Gran Banco Pesquero
© ESSELTE MAP SERVICE



OSLO
STOCKHOLM (ESTOCOLMO)
Uppsala
TALLIN
ESTONIA
SUECIA
Norrköping
Linköping
Göteborg (Gotemburgo)
Gotland
Öland
LETONIA
RIGA
Liepāja
Daugavpils
Ålborg
DINAMARCA (DANMARK)
Århus
KØBENHAVN (COPENHAGUE)
Malmö
Bornholm
Mar Báltico
LITUANIA
Klaipėda
Kaunas
VILNA
Kaliningrad (Königsberg)
Gdańsk (Danzig)
Gdynia
Elbląg
Olsztyn
Białystok
Grodno
Brest
Kiel
Lübeck
Rostock
Schwerin
Szczecin
Hamburgo
Bremen
Hannover (Hanover)
Braunschweig
Magdeburg
WEST-BERLIN (Occ.)
BERLIN OST-BERLIN (ESTE)
Potsdam
Bydgoszcz
Toruń
Poznań
POLONIA (POLSKA)
WARSZAWA (VARSOVIA)
Łódź
Radom
Lublin
Kielce
Częstochowa
Wrocław
Leipzig
Dresden
Halle
Karl-Marx Stadt
Erfurt
Kassel
REP. FEDERAL DE ALEMANIA
Frankfurt a. M.
Mannheim
Heidelberg
Nürnberg (Nuremberg)
Stuttgart
München (Munich)
Augsburg
Regensburg
PRAHA (PRAGA)
CHECOSLOVAQUIA
Brno
Ostrava
Opole
Katowice
Kraków (Cracovia)
Bytom
Gliwice
Zabrze
Košice
Cárpatos
Miskolc
Debrecen
WIEN (VIENA)
Bratislava
Linz
Salzburg
Innsbruck
Graz
AUSTRIA
BUDAPEST
HUNGRÍA (MAGYARORSZÁG)
Szeged
Pécs
Zürich
BERN (BERNA)
SUIZA
Bielefeld
Münster
Dortmund
Kattegat
Skagerrak


NORUEGA
(NORGE)
SUECIA
(SVERIGE)
FINLANDIA
(SUOMI)
ISLANDIA
(ISLAND)
OCÉANO
ATLÁNTICO
Mar de Noruega
Mar de Barents
Mar de Groenlandia
Círculo Polar Ártico
Golfo de Botnia
Laponia
Norrland
Poluostrov Kolskii
(Península de Kola)
Murmansk
Trondheim
Reykjavík
Vatnajökull
Hofsjökull
Hekla
Lappi
Norrbotten
Västerbotten
Finnmark
Tampere
Nordkapp
Vesterålen
Lofoten
Kebnekaise
Ladozhskoie Ozero



San Petersburgo
Novgorod
Pskov
Vitebsk
Orsha
Mogiliov
Bobruisk
MINSK
BELARÚS
Baranovichi
Pinsk
Brest
UCRANIA
Rovno
Lutsk
Zhitomir
HELSINKI (HELSINGFORS)
TALLINN
ESTONIA
Tartu
LETONIA
RIGA
Daugavpils
Šiauliai
LITUANIA
Kaunas
VILNA
Klaipėda
Liepāja
Kalinigrad (Königsberg)
Grodno
Białystok
WARSZAWA (VARSOVIA)
Łódź
Lublin
Radom
Kielce
Częstochowa
Katowice
POLONIA
(POLSKA)
Gdańsk
Gdynia
Elbląg
Olsztyn
Toruń
Bydgoszcz
Poznań
Wrocław
Opole
Szczecin
PRAHA (PRAGA)
STOCKHOLM (ESTOCOLMO)
Uppsala
Norrköping
Jönköping
Örebro
Gotland
Öland
Bornholm
Göteborg (Gotemburgo)
Malmö
KØBENHAVN (COPENHAGUE)
Helsingborg
OSLO
Stavanger
Kristiansand
DINAMARCA
Ålborg
Århus
Odense
Kiel
Lübeck
Hamburgo
Bremen
Rostock
Schwerin
Magdeburg
Leipzig
Dresden
BERLIN
Hannover
Braunschweig
Kassel
Erfurt
Halle
Dortmund
Düsseldorf
Köln (Colonia)
BONN
Frankfurt a. M.
Wiesbaden
Mainz
ALEMANIA
REPÚBLICA FED. DE
Groningen
Turku
Mar Báltico
Golfo de Finlandia
Golfo de Riga
Mar del Norte
Skagerrak
Kattegat

Escala 1 : 5.000.000
0 100 200 km



OCÉANO
ATLÁNTICO
Mar Cantábrico
Golfo de Vizcaya
Canal de la Mancha
REINO
UNIDO
Plymouth
Torbay
Bournemouth
Isla de Wight
Islas Scilly
Bishop Rock
Land's End
Cabo Cornwall
St. Austell
Islas del Canal o Normandas
Guernsey
Jersey
Golfo de Saint-Malo
Isla d'Ouessant
Brest
Quimper
Lorient
Belle-Île
Isla de Groix
Rennes
Saint-Brieuc
Saint-Malo
Cherbourg
Caen
Le Havre
Rouen
Dieppe
Abbeville
Amiens
Lille
Roubaix
Tourcoing
Boulogne-sur-Mer
Saint-Quentin
Reims
Compiègne
Beauvais
Saint-Denis
Versailles
PARIS
Melun
Chartres
Évreux
Alençon
Le Mans
Laval
Angers
Nantes
Saint-Nazaire
Vannes
Orléans
Blois
Tours
Poitiers
Châtellerault
Niort
La Rochelle
Isla de Ré
Isla de Oléron
Rochefort
Saintes
Angoulême
Limoges
Châteauroux
Montluçon
Moulins
Vichy
Clermont-Ferrand
Périgueux
Bergerac
Brive
Aurillac
Bordeaux
Mérignac
Pessac
Talence
Agen
Montauban
Albi
Toulouse
Castres
Carcassonne
Narbonne
Béziers
Montpellier
Perpignan
Bayonne
Biarritz
Pau
Tarbes
Mont-de-Marsan
Normandía
FRANCIA
Macizo Central
Millevaches
Landas
Gascuña
Pirineos
ANDORRA
Pico de Aneto
A Coruña
Ferrol
Cabo Ortegal
Cabo Finisterre
Rías Altas
Rías Bajas
Santiago de Compostela
Lugo
Ourense
Pontevedra
Vigo
Galicia
Oviedo
Gijón
Avilés
Asturias
Santander
Torrelavega
Bilbo (Bilbao)
Barakaldo
Donostia (San Sebastián)
Vitoria-Gasteiz
Pamplona
Navarra
Cordillera Cantábrica
Picos de Europa
León
Ponferrada
Burgos
Logroño
Palencia
Valladolid
Castilla y León
Zamora
Salamanca
Segovia
Ávila
Soria
Zaragoza
Huesca
Lleida (Lérida)
Girona (Gerona)
Barcelona
Sabadell
Terrassa
Mataró
Hospitalet
Tarragona
Reus
Tortosa
Delta del Ebro
Ebro
Duero
Tajo
Guadiana
Guadalquivir
MADRID
Alcalá de Henares
Getafe
Leganés
Guadalajara
Sierra de Guadarrama
Sierra de Gredos
Sistema Central
Sistema Ibérico
Cuenca
Teruel
Castellón de la Plana
València (Valencia)
Sagunto
Golfo de Valencia
Albacete
Alicante
Elche
Murcia
Cartagena
Cabo de Palos
Cabo de la Nao
La Mancha
Castilla
Toledo
Talavera de la Reina
Ciudad Real
Puertollano
Cáceres
Mérida
Badajoz
Plasencia
ESPAÑA
Sierra Morena
Córdoba
Jaén
Linares
Úbeda
Sevilla
Huelva
Cádiz
Jerez de la Frontera
Algeciras
Gibraltar (R.U.)
Málaga
Granada
Almería
Costa del Sol
Sierra Nevada
Mulhacén
Sistemas Béticos
Golfo de Cádiz
Estrecho de Gibraltar
Cabo Trafalgar
PORTUGAL
Porto (Oporto)
Vila Nova de Gaia
Braga
Coimbra
Cabo Mondego
LISBOA
Setúbal
Évora
Alentejo
Algarve
Cabo de São Vicente
Cabo de Santa Maria
Estremadura
Islas Baleares
Mallorca
Palma de Mallorca
Ibiza
Formentera
Menorca
MAR
AL JAZĀ'IR (ARGEL)
Blida
Ech Cheliff
Médéa
Tánger
MARRUECOS
Ceuta (Esp.)
Alborán (Esp.)



REP. FEDERAL DE ALEMANIA
BÉLGICA
LUXEMBURGO
BRUXELLES BRUSELAS
BONN
Frankfurt a. M.
Wiesbaden
Mainz
Darmstadt
Würzburg
Mannheim
Heidelberg
Kaiserslautern
Saarbrücken
Karlsruhe
Stuttgart
Nürnberg (Nüremberg)
Regensburg
Bayern (Baviera)
München (Munich)
Augsburg
Strasbourg
Freiburg
Mulhouse
Basilea
Zürich
Winterthur
BERN (BERNA)
SUIZA
LIECHTENSTEIN
Lausanne
Genève (Ginebra)
Dijon
Besançon
Lyon
Grenoble
Delfinado
Provenza
Marseille (Marsella)
Toulon
Nice (Niza)
MÓNACO
PRAHA (PRAGA)
Čechy
CHECOSLOVAQUIA
Brno
Ostrava
Bratislava
WIEN (VIENA)
Linz
Salzburg
Innsbruck
AUSTRIA
Graz
Alpes
BUDAPEST
HUNGRÍA (MAGYARORSZÁG)
Szeged
Pécs
Maribor
LJUBLJANA
ESLOVENIA
ZAGREB
CROACIA
Osijek
Novi Sad
Rijeka
Trieste
Split
SARAJEVO
BOSNIA
HERZEGOVINA
Dubrovnik
Bolzano
Trento
Udine
Venezia (Venecia)
Golfo de Venecia
Padova
Verona
Vicenza
Brescia
Bergamo
Milano (Milán)
Como
Novara
Torino (Turín)
Alessandria
Genova (Génova)
Golfo de Génova
Piacenza
Parma
Reggio nell'Emilia
Modena
Bologna (Bolonia)
Ferrara
Ravenna
Rimini
SAN MARINO
La Spezia
Pisa
Livorno
Firenze (Florencia)
Prato
Siena
Toscana
Ancona
Perugia
Umbria
Pescara
Abruzzi
ROMA
ITALIA
CIUDAD DEL VATICANO (CITTÀ DEL VATICANO)
Napoli (Nápoles)
Salerno
Golfo de Salerno
Foggia
Bari
Taranto
Golfo de Taranto
Brindisi
Lecce
Cosenza
Catanzaro
Reggio di Calabria
Messina
Palermo
Sicilia
Catania
Siracusa
Agrigento
Islas Eolie o Lipari
Mar Adriático
Mar Tirreno
Mar de Liguria
Mar Jónico
MEDITERRÁNEO
Corse (Córcega)
Bastia
Ajaccio
Sardegna (Cerdeña)
Sassari
Cagliari
Elba
Canal de Sicilia
Pantelleria
Canal de Malta
MALTA
VALLETTA
Gozo
TÚNEZ
TUNICIA
Bizerte
Annaba
Skikda
Constantina
Sétif
Kabylie

RUMANIA
HUNGRÍA
(MAGYARORSZÁG)
YUGOSLAVIA
BULGARIA
ALBANIA
GRECIA
HELLAS
MOLDOVA
CROACIA
BOSNIA HERZEGOVINA
ITALIA
WIEN (VIENA)
BUDAPEST
BEOGRAD (BELGRADO)
BUCURESTI (BUCAREST)
SOFIYA (SOFIA)
SARAJEVO
TIRANA
Skopje
ATHINAI (ATENAS)
Istanbul
KISHINIOV
Mar Adriático
Mar Jónico
MAR MEDITERRÁNEO
Mar de Creta


FEDERACIÓN RUSA
Mar Negro
Azovskoie More
(Mar de Azov)
Golfo de Taganrog
Krim
(Crimea)
GEORGIA
ARMENIA
TÜRKIYE
TURQUIA
IRAN
IRAQ
SIRIA
(SÜRIYAH)
CHIPRE
Dnepropetrovsk
Dneprodzerzhinsk
Kirovograd
Krivoi Rog
Zaporozhie
Nikopol
Jerson
Melitopol'
Berdiansk
Zhdanov
Donetsk
Makeievka
Gorlovka
Kramatorsk
Voroshilovgrad
Krasnii Luch
Novoshajtinsk
Sajti
Novocherkassk
Rostov-na-Donu
Taganrog
Simferopol'
Sevastopol'
Yalta
Kerch
Feodosiya
Yevpatoriya
Anapa
Novorossiisk
Krasnodar
Maikop
Armavir
Stavropol'
Tuapse
Sochi
Sujumi
Kutaisi
Batumi
TBILISI
Rustavi
Leninakan
Kirovakan
EREVAN
Ordzhonikidze
Groznii
Nalchik
Piatigorsk
Kislovodsk
Budennovsk
Elista
Volgodonsk
Sinop
Samsun
Trabzon
Rize
Erzurum
Sivas
Tokat
Amasya
Çorum
Kastamonu
ANKARA
Kirikkale
Yozgat
Kayseri
Nevşehir
Kirşehir
Aksaray
Niğde
Konya
Karaman
Ereğli
Adana
Tarsus
Mersin
Iskenderun
Antakya
Kahramanmaraş
Gaziantep
Urfa
Malatya
Elâzığ
Diyarbakir
Batman
Siirt
Mardin
Van
Lago de Van
Bitlis
Halab (Alepo)
Idlib
Hama
Al Lādhiqiyah
(Latakia)
Tartus
Ar Raqqah
Al Hasakah
Al Qāmishli
Al Mawsil
(Mosul)
Kirkūk
Erbil
Orūmiyeh
(Urmia)
Khvoy
Nakhichevan
Limassol
Cabo Greco
Cabo Andreas
Bolshoi Kavkaz
(Cáucaso)
Dogu Karadeniz Dağlari
(Montes Pónticos)
Toros Dağlari
Güneydoğu Toroslar
Ağri Daği
(Monte Ararat)
Mesopotamia
Al Jazirah
Montes de Crimea
Estrecho de Kerch
Kuban
Manich
Nogaiskiye Step
Prikaspiiskaia Nizmennost
(Depresión del Caspio)
Cherniye Zemli
Eufrates
Tigris
Escala 1 : 5.000.000
0
100
200 km



TURQUÍA
Toros Dağları (Tauro)
Tarsus
Adana
Mersin
Gaziantep
Urfa
İskenderun
Antakya
Halab (Alepo)
Al Mawşil (Mosul)
Al Qāmishlī
Al Hasakah
Ar Raqqah
Dayr az Zawr
Al Lādhiqīyah (Latakia)
Hama
Himş (Homs)
Țarābulus (Tripoli)
Tartus
CHIPRE
Limassol
Cabo Gata
Cabo Greco
Cabo Kormakiti
Cabo Arnauti
Cabo Anamur
SIRIA (SŪRĪYAH)
Mar Mediterráneo
BAYRŪT BEIRUT
LÍBANO
DIMASHQ (DAMASCO)
Hefa (Haifa)
Tel Aviv-Yafo
ISRAEL
YERUSHALAYIM (JERUSALÉN)
'AMMĀN
Az Zarqā'
Irbid
Gaza
Franja de Gaza
Be'er Sheva
JORDANIA (AL URDUN)
Būr Sa'īd (Port Said)
Al Ismā'īlīyah
As Suways (Suez)
Sīnā' (Península del Sinaí)
Golfo de Suez
Golfo de Aqaba
Elat
Al 'Aqabah
EGIPTO (MISR)
Mar Rojo
Al Uqsur (Luxor)
Aswān (Assuan)
Birkat Nasser (Lago Nasser)
Nahr an Nīl (Nilo)
Trópico de Cáncer
Bādiyat ash Shām (Desierto Sirio)
Al Ḩamād
IRAQ (AL 'IRAQ)
BAGDAD
Kāzimīyah
Karbalā
An Najaf
Al Furāt (Éufrates)
Dijlah (Tigris)
Al Jazīrah
Mesopotamia
An Nafūd
ARABIA SAUDÍ (AL 'ARABĪYAH AS SU'ŪDĪYAH)
Al Ḩijāz (Hejaz)
Jabal Shammar
Ḩā'il
Buraydah
Al Madīnah (Medina)
Yanbu'
Najd (Nejd)
Tabūk
Al Jawf


Mar Caspio
TEHRĀN (TEHERĀN)
Desierto de Kavīr
IRĀN (PERSIA)
Kūh-e Alborz (Montes Elburz)
Kurdistān
Khamseh
Loresṭān
Khūzestān
Hamadān
Qom
Kāshān
Esfahan (Isfahan)
Yazd
Shīrāz
Būshehr
Ahvāz
Ābādān
Khorramshahr (Khorramshahr)
Al Baṣrah (Basora)
An Nāṣiriyah
Al 'Amārah
Qahremānshahr (Kermānshāh)
Sanandaj
Rasht
Qazvīn
Zenjān
Tajrīsh
Rey
Semnān
Gorgān
Sārī
Bābol
Āmol
Kūhhā-ye Zāgros (Ms. Zagros)
Golfo Pérsico
KUWAIT
AL KUWAYT (KUWAIT)
Al Jahrah
BAHREIN
AL MANĀMAH (MANAMA)
QATAR
AD DAWḤAH (DOHA)
AR RIYĀḌ (RIYADH)
Aḍ Ḍahnā'
Al Ḥasā
Ad Dahnā
Aṣ Ṣummān
Al Hufūf
Al Mubarraz
Aẓ Ẓahrān (Dhahran)
Ad Dammām
Al Qaṭīf
Al Khubar
Abū Ẓaby (Abu Dhabi)
Dubayy (Dubai)
UNIÓN DE EMIRATOS ÁRABES
Al Kharj
Trópico de Cáncer
OMÁN
Estrecho de Ormuz
Bandar 'Abbās
Qeshm
Lārak
Hormoz
Jahrom
Kāzerūn
Behbehān
Dezfūl
Shūshtar
Shatt al 'Arab
Hajārah
Al Bāṭin
Al Jawb
Al Ja'fūrah
Sabkhat Maṭṭī
Al Jiwā'
Al Khatam
Aḍ Ḍafrah
Al Ṭaff
Costa de los Piratas
Escala 1 : 5.000.000
0
100
200 km



Mar de Noruega
NORUEGA
SUECIA
FINLANDIA
ESTONIA
LETONIA
LITUANIA
POLONIA
BELARUS
UCRANIA
MOLDOVA
RUMANIA
F E D E R
Barentsovo More
(Mar de Barents)
Mar del Pechora
Beloie More
(Mar Blanco)
Golfo de Finlandia
Golfo de Riga
Mar Caspio
Mar Negro
Azovskoie More
(Mar de Azov)
Peninsula de Kola
Lofoten
Nordkapp
Murmansk
Arjanguelsk (Arkangel)
Severodvinsk
OSLO
ESTOCOLMO
HELSINKI
(HELSINGFORS)
TALLIN
RIGA
VILNA
MINSK
MOSKVA
(MOSCU)
San Petersburgo
Petrozavodsk
Novgorod
Pskov
Vologda
Cherepovets
Yaroslavl
Kostroma
Ivanovo
Vladimir
Nizhni Novgorod
Gorki
Kazan'
Kirov
Siktivkar
Ijevsk
Ustinov (Izhevsk)
Ulianovsk
Kuibishev
Toliatti
Saratov
Penza
Volgogrado
Volgograd
Voronezh
Kursk
Orel
Briansk
Smolensk
Tula
Riazan
Tambov
Lipetsk
KIEV
Jarkov
Dnepropetrovsk
Zaporozhie
Donetsk
Voroshilovgrad
Rostov-na-Donu
Odessa
Nikolayev
Jerson
KISHINOV
BUCURESTI
BUCAREST
WARSZAWA
(VARSOVIA)
Gdansk
Kaliningrad
Kaunas
Lvov
Gomel
Vitebsk
Orenburg
Uralsk
Guriev
Astrakhan
Desierto de Rin
Alturas del Volga
Kamishin
Engels
Kamensk



Poluostrov Yamal (Península de Yamal)
Karskoie More (Mar de Kara)
Zapadno Sibirskaia Nizmennost
(Llanura de Siberia Occidental)
Srdne Sibirskoie Ploskogorie
Meseta de Siberia Central
Montes Jugdiungda
Círculo Polar Ártico
R U S I A
F E D E R A C I Ó N
Urales Septentrionales
Urales Subpolares
Norilsk
Vorkuta
Surgut
Nizhnevartovskoie
Tomsk
Krasnoiarsk
Kansk
Achinsk
Anzhero-Sudzhensk
Kemerovo
Novosibirsk
Novokuznetsk
Prokopievsk
Kiselevsk
Belovo
Leninsk-Kuznetski
Abakan
Minusinsk
Barnaul
Biisk
Rubtsovsk
Semipalatinsk
Ust-Kamenogorsk
Pavlodar
Omsk
Petropavlovsk
Tiumen
Kurgan
Sverdlovsk
Cheliabinsk
Magnitogorsk
Kustanai
Tselinograd
Karaganda
Temirtau
Orsk
Aktiubinsk
Tobolsk
Estepa de Barabinsk
Estepa de Ishim
Estepa de Kulunda
Estepas de Kirguizia
Meseta de Kazajstán
K A Z A J S T Á N
KAZAJSTÁN
Betpak-Dala (Estepa del Hambre)
Desierto de Sari Ishikotrau
Lago Baljash
Mar de Aral
ALMA ATA
C H I N A
MONGOLIA
Tian Shan
Junggar Pendi (Dzungaria)
Montes Tarbagatay
Montes Sajan
Altai
Montes de Salair
Alturas de Kuznetsk
Región del Turgai
Escala 1 : 10.000.000
0 100 200 300 400 km


© ESSELTE MAP SERVICE

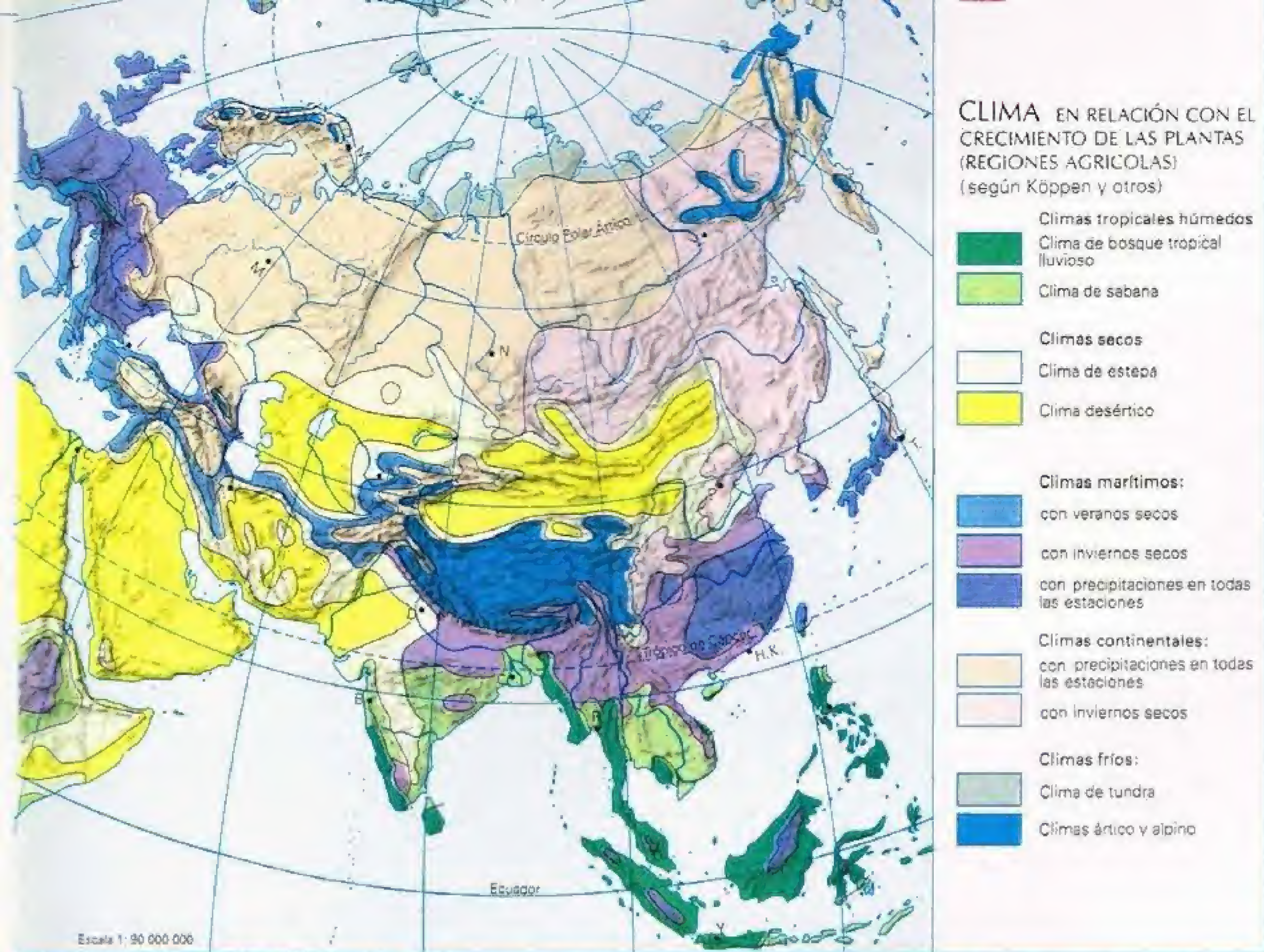
Estrecho de Bering
Península de Chukotka
I. San Lorenzo
Providenciya
Isla de Wrangel
Mar de Siberia Oriental
Mar de Bering
Islas Aleutianas (E.U.A.)
Fosa de las Aleutianas
Islas de Nueva Siberia
Tierra del Norte
Cabo Cheliuskin
Mar de Laptev
Península de Taimir
Montes Koriakos
Montes de Kolima
R. Kolima
R. Indiguirka
Montes de Cherski
Montes de Verjoiansk
Islas Comandante (Komandorskiye Ostrova)
I. Beringa
I. Medni
Península de Kamchatka
Petropavlovsk-Kamchatskii
Severo-Kurilsk
Meseta de Siberia Central
R. Lena
Río Viliui
Yakutsk
R. Aldan
Montes Dzhugdzhur
Mar de Ojotsk
Río Tunguska Inferior
Río Tunguska Pedregoso
Montes Stanovoi
Sajalín
Islas Kuriles
Fosa de las Kuriles
OCÉANO PACÍFICO
RUSA
R. Angara
Krasnojarsk
Montes Yablonovi
Lago Baikal
Irkutsk
Ulan-Ude
Chita
Montes Sayan
Río Amur
Heilong Jiang
Blagoveshchensk
Jabarovsk
Komsomolsk na Amure
Montes Sijote-Alin
Estrecho de Soya
Wakkanai
Asahikawa
Sapporo
Hokkaido (Yeso)
Hakodate
Aomori
Akita
Sendai
Fosa del Japón
Niigata
Utsunomiya
TOKYO
Yokohama
JAPÓN
Honshu (Hondo)
Nagoya
Kyoto
Kobe
Osaka
Hiroshima
Shikoku
Kitakyushu
Fukuoka
Nagasaki
Kagoshima
Kyushu
Fosa de Ramapo
Islas Bonin (Japón)
Iwo Jima
Islas Kazan (Japón)
Fosa de las Marianas
Islas Marianas (Adm. por E.U.A.)
Isla Guam (E.U.A.)
Fosa de Challenger
Montes Gran Jingan
Qiqihar
Harbin
R. Songhua
Manchuria
Jilin
Changchun
Vladivostok
Chongjin
Shenyang
Fushun
Benxi
Anshan
Dandong
Jinzhou
COREA DEL NORTE
PYONGYANG
Mar del Japón
SEUL
COREA DEL SUR
Taegu
Pusan
Kwangju
Estrecho de Corea
ULAN BATOR
MONGOLIA
R. Kerulen
Desierto de Gobi
Mongolia Interior
Zhangjiakou
PEKÍN
Tianjin
Tangshan
Luda
Mar Amarillo
Hohhot
Baotou
Datong
Ordos
Shijiazhuang
Taiyuan
Qingdao
Jinan
Handan
Lianyungang
Xinxiang
Kaifeng
Zhengzhou
Luoyang
Xuzhou
Gran Canal
Nan Shan
Chaidam
Koko Nor
Xining
Lanzhou
Huang He
Xianyang
Xian
Huainan
Nanjing
Wuxi
Shanghai
Ningbo
Hangzhou
Mar de China Oriental
Wenzhou
Wuhan
Bayan Har Shan
Yangtse Kiang
CHINA
Nanchong
Chengdu
Cuenca de Sichuan
Chongqing
Zigong
Luzhou
Nanchang
Changsha
Fuzhou
Islas Ryu-Kyu
Naha
Trópico de Cáncer
TAIPEI
TAIWAN
Estrecho de Formosa
Tainan
Kaohsiung
Zunyi
Guiyang
Hengyang
Nan Ling
Guilin
Xiamen
Kunming
Liuzhou
Guangzhou
Shantou
HONG KONG (R.U.)
MACAO (Port.)
Nanning
Estrecho de Luzón
FILIPINAS
BIRMANIA
Mandalay
Chittagong
VIETNAM
HANOI
Haiphong
LAOS
Zhanjiang


FEDERACIÓN
Mar Mediterráneo
Mar Negro
Mar Caspio
Mar Rojo
Mar Arábigo
Golfo de Adén
Golfo de Omán
Golfo Pérsico
Golfo de
OCÉANO ÍNDICO
Canal de Mozambique
GRECIA
ATENAS
TURQUÍA
ANKARA
Anatolia
Estambul
Izmir
Bursa
Adana
LIBIA
Bengasi
Cirenaica
EGIPTO
EL CAIRO
Alejandría
Suez
Luxor
Asuán
Lago Nasser
Desierto de Nubia
SUDÁN
JARTUM
Omdurman
Port Sudan
Río Nilo
Eritrea
Asmara
ETIOPÍA
ADDIS ABEBA
Macizo Etiópico
Lago Tana
DJIBOUTI
SOMALIA
MOGADISCIO
Ogaden
Hargeysa
Berbera
Socotora
KENIA
Mombasa
I. Pemba
Zanzíbar
DAR ES SALAAM
Islas Aldabra (Sey.)
COMORES
MORONI
Mayotte (Fr.)
Cabo Bobraomby
Antsiranana
MADAGASCAR
ANTANANARIVO
Islas Almirante (Sey.)
VICTORIA
SEYCHELLES
ISRAEL
JORDANIA
AMMÁN
JERUSALÉN
LÍBANO
BEIRUT
SIRIA
DAMASCO
Alepo
CHIPRE
NICOSIA
IRAQ
BAGDAD
Mosul
Basora
KUWAIT
ARABIA SAUDÍ
RIYADH
Nafud
Neyed
Hejaz
Jiddah
La Meca
Medina
Trópico de Cáncer
Rub al Khali
YEMEN
SANAA
ADEN
Hadramawt
OMÁN
MASCATE
BAHREIN
QATAR
UNIÓN DE EMIRATOS ÁRABES
Dubay
GEORGIA
TBILISI
ARMENIA
EREVÁN
AZERBAIYÁN
BAKU
Cáucaso
IRÁN
TEHERÁN
Montes Elburz
Montes Zagros
Desierto de Kavir
Isfahán
Shiraz
Tabriz
Mashhad
Kermán
Bandar Abbas
TURKMENISTÁN
ASHJABAD
Desierto de Karakum
UZBEKISTÁN
TASHKENT
Samarcanda
Bujara
Kizil-Kum
Mar de Aral
Ust-Iurt
KAZAJSTÁN
Estepa de Kirguizia
Karaganda
Semipalatinsk
Ust-Kamenogorsk
Lago Baljash
Lago Zaisan
Dzungaria
Urumchi
Sinkiang
KIRGUIZISTÁN
BISHKEK
ALMÁ ATÁ
Montes Tian Shan
Turquestán Occidental
Turkestán Oriental
Cuenca del Tarim
TAYIKISTÁN
DUSHANBE
Pamir
AFGANISTÁN
KABUL
Hindu Kush
Herat
Kandahar
PAKISTÁN
Karachi
Hyderabad
Rawalpindi
Faisalabad
Lahore
Multán
Peshawar
Quetta
R. Indo
Cachemira
Srinagar
Montes de Kunlun
Meseta del Tíbet
Tíbet
Himalaya
NEPAL
KATMANDÚ
Mt. Everest
Sikkim
INDIA
DELHI (NUEVA DELHI)
Desierto de Thar
Jaipur
Agra
Lucknow
Kanpur
Allahabad
Varanasi
Patna
Gorakhpur
Gwalior
Jodhpur
Ajmer
Ahmadabad
Kutch
Rajkot
Indore
Bhopal
Jabalpur
Vadodara
Surat
Bombay
Poona
Nagpur
Raipur
Calcuta
Jamshedpur
Cuttack
Bhubaneswar
Decán
Hyderabad
Sholapur
Kolhapur
Hubli
Ghates Occidentales
Ghates Orientales
Vishakhapatnam
Vijayawada
Guntur
Madrás
Bangalore
Mangalore
Coimbatore
Salem
Calicut
Cochin
Tiruchchirappalli
Madurai
Trivandrum
C. Comorín
Costa de Malabar
Costa de Coromandel
SRI LANKA
COLOMBO
Jaffna
Kandy
Islas Laquedivas (India)
MALDIVAS
MALÉ
Islas Chagos (R.U.)
Ecuador
Ufa
Magnitogorsk
Orenburg
Cheliabinsk
Tiumen
Omsk
Novosibirsk
Tomsk
Kemerovo
Prokopievsk
Barnaul
Novokuznetsk
Pavlodar
Kuibishev
Saratov
Volgogrado
Astrakán
Donetsk
Rostov del Don
Krasnodar
Simferopol
Sebastopol
R. Volga
R. Ural
Sir Daria
Amu Daria
Kizil-Kum
Krasnovodsk
Urguench
Chimkent
Kashi
Hotan
Qiemo
Tiran



PROYECCIÓN ACIMUTAL EQUIVALENTE DE LAMBERT

Escala 1 : 25.000.000 — 0 — 500 — 1000 km

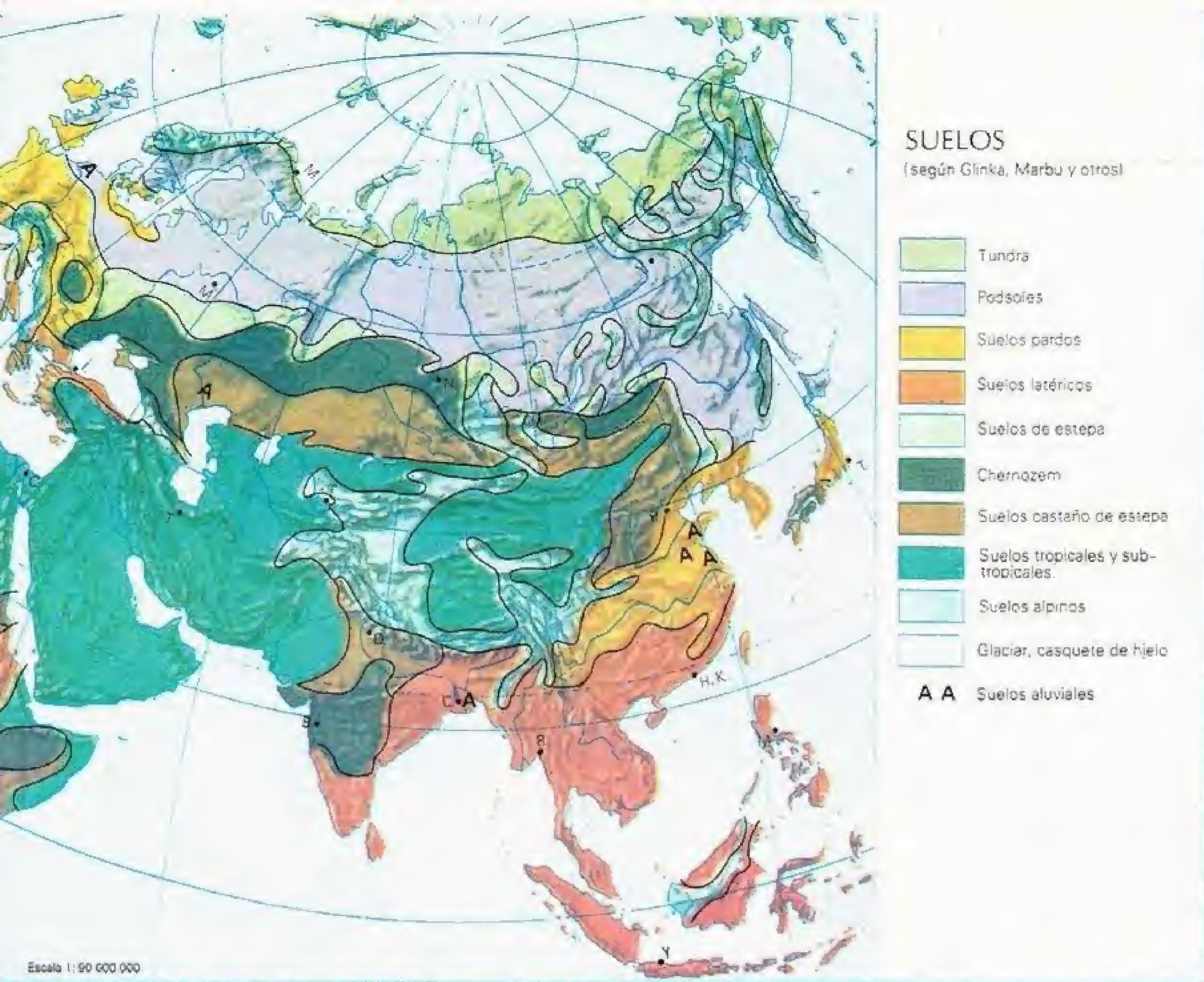




Murmansk
Arkangel
Norilsk
Círculo Polar Ártico
Tiksi
Anadyr
Yakutsk
Moscú
Ucrania
Volgogrado
Istanbul
Novosibirsk
Irkutsk
Vladivostok
Honshu (Hondo)
Tokyo
Corea
Pekín
Kyushu
Trópico de Cáncer
Tashkent
Teherán
Kabul
Riyadh
El Cairo
Cuenca de Sichuan
Lhasa
Punjab
Karachi
Taiwan
Hong Kong
Luzón
Aden
Bombay
Calcuta
Manila
Rangún
Mindanao
Madras
Sri Lanka
Península de Malaca
Ecuador
Singapur
Sumatra
Borneo
Celebes
Yakarta

Tierra cultivable
Pastos
Explotaciones forestales
Otros Bosques
Principales zonas de pesca
Otras zonas de pesca
Tierras no productivas
Glaciar

Escala 1 : 50.000.000
0 1000 2000 km



PRODUCCIÓN ENERGÉTICA Y MINERAL

MINERALES

10 5 1% de la producción mundial, Promedio **1977-81**

Fe	Hierro	
Ag	Plata	
Au	Oro	
Cu	Cobre	
Pb	Plomo	
Sn	Estaño	
Zn	Zinc	
Al	Bauxita	
P	Fosfatos	
	Diamantes	

Metales aleables (manganeso, cobalto, cromo, níquel, vanadio, tungsteno)

Los símbolos muestran solamente la localización de los yacimientos

Región industrial

Basado en las estadísticas de la ONU

FEDERACIÓN RUSA

Norilsk, Kirovsk, Verjoiansk, Susuman, Circulo Polar Ártico, Bodaibo, Montes Urales, "Segundo Baku", Briansk, Krivoi Rog, Cuenca del Donets, Cuenca del Kuznetsk, Karaganda, Sadon, Baku, Cuenca de Fergana, Kirkuk, Burgan, Agha Jari, Ghawar, Fushun, Datong, Chungking, Gejiu, Bihar, Phuket, Bangka, Hokkaido (Yeso), Honshu (Hondo), Luzón

TURQUÍA, CHIPRE, SIRIA, LÍBANO, ISRAEL, JORDANIA, IRAQ, IRÁN, KUWAIT, ARABIA SAUDÍ, QATAR, UNIÓN DE EMIRATOS ÁRABES, OMÁN, YEMEN, AFGANISTÁN, PAKISTÁN, NEPAL, INDIA, BANGLADESH, BIRMANIA, SRÍ LANKA, LAOS, THAILANDIA, KAMPUCHEA, VIETNAM, MALAYSIA OCCIDENTAL, INDONESIA, FILIPINAS, TAIWAN (FORMOSA), CHINA, MONGOLIA, COREA DEL NORTE, COREA DEL SUR

Trópico de Cáncer, Ecuador

FUENTES DE ENERGÍA

10 5 1% de la producción mundial promedio 1977–81

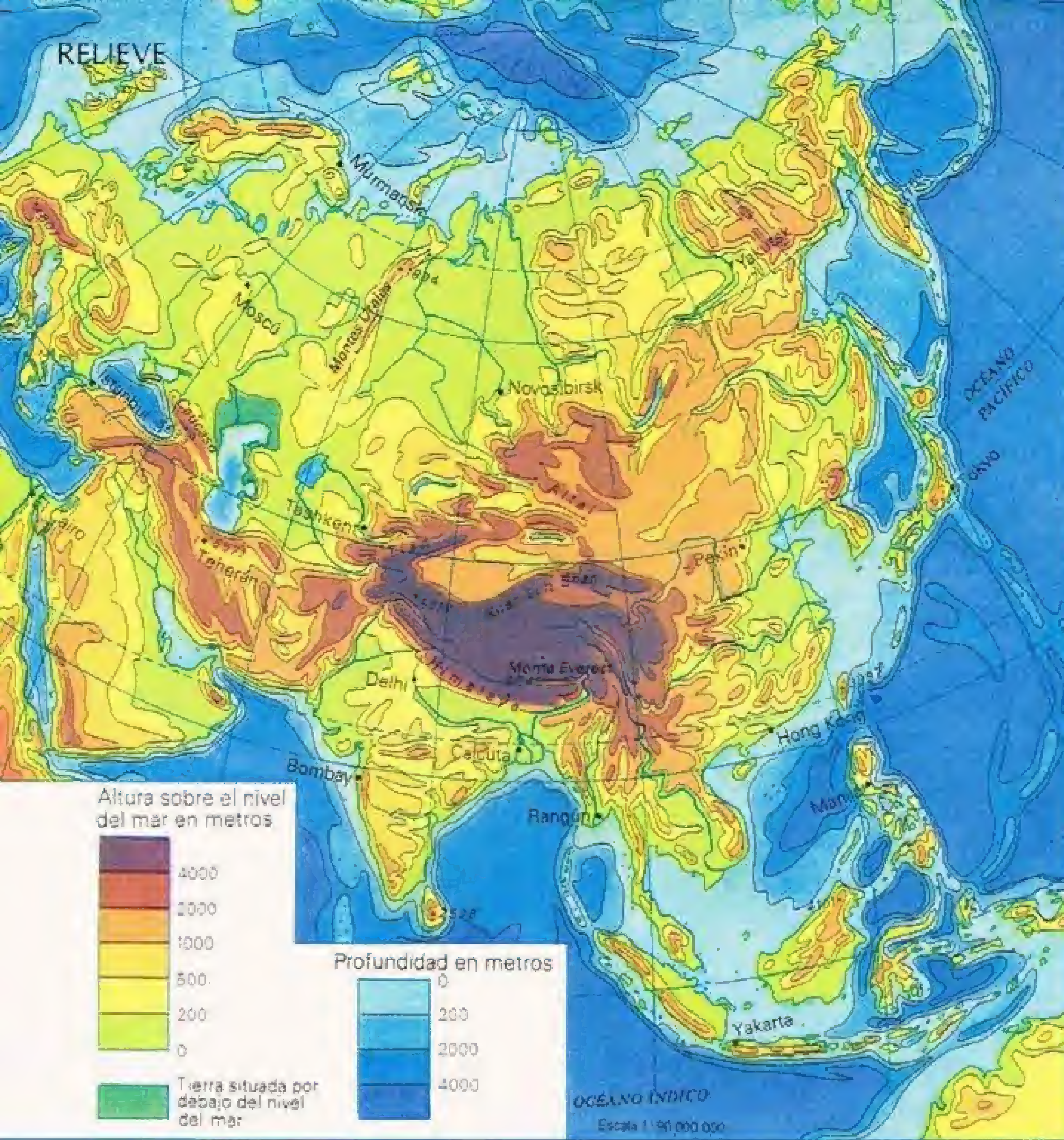
- Petróleo
- Gas natural
- Carbón
- Lignito
- Uranio
- Electricidad de origen: térmico, nuclear, hidroeléctrico
- Oleoducto
- Gaseoducto

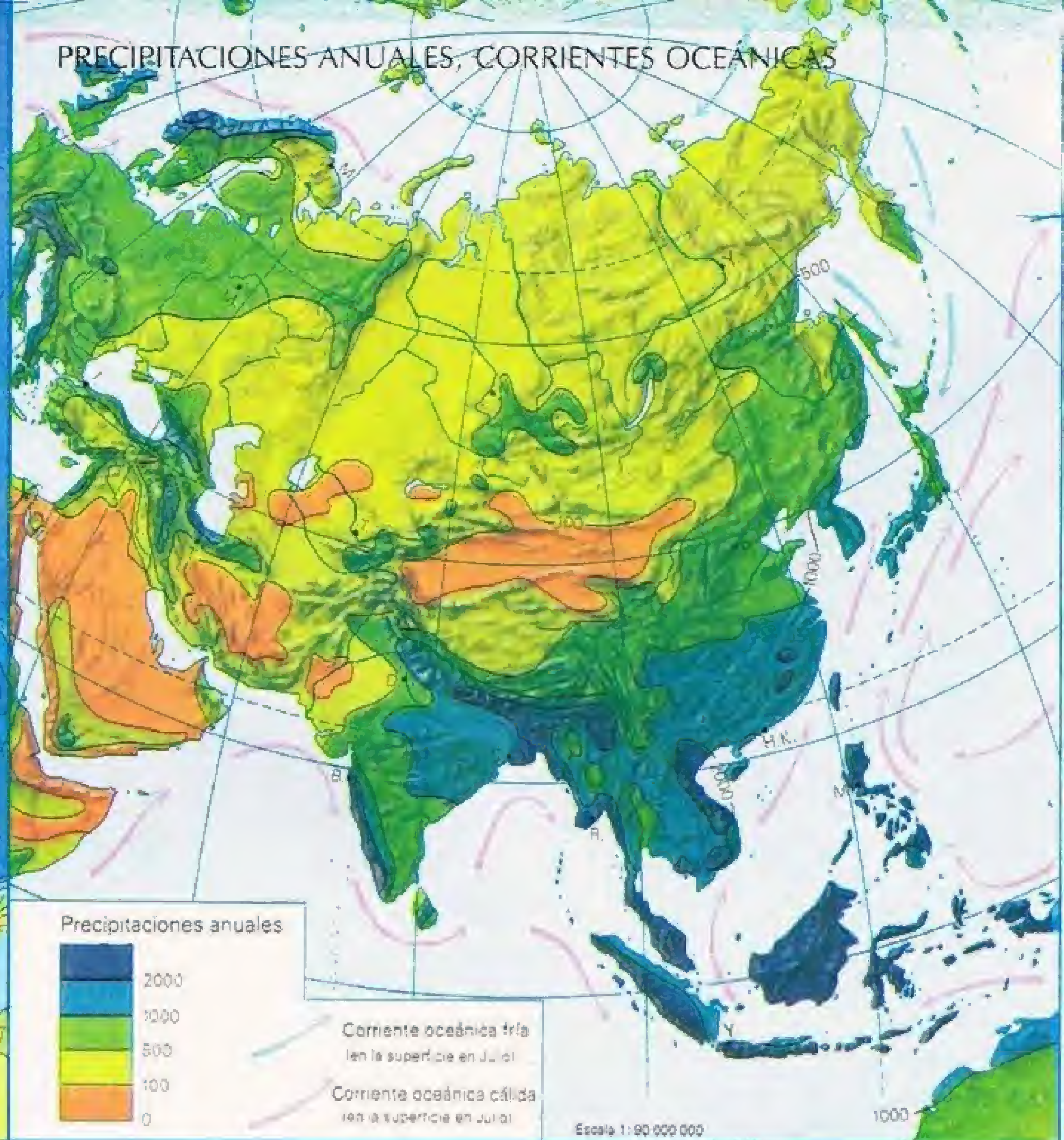
Basado en las estadísticas de la ONU

Escala 1 : 50.000.000

0 1000 2000 km

PROYECCIÓN ACIMUTAL EQUIVALENTE DE LAMBERT





POBLACIÓN

Distribución de la población **1985**

- • 500.000 habitantes
- ● 3 La cifra indica la población (ciudades con suburbios) en millones
- Deshabitado (menos de 1 habitante por Km^2)

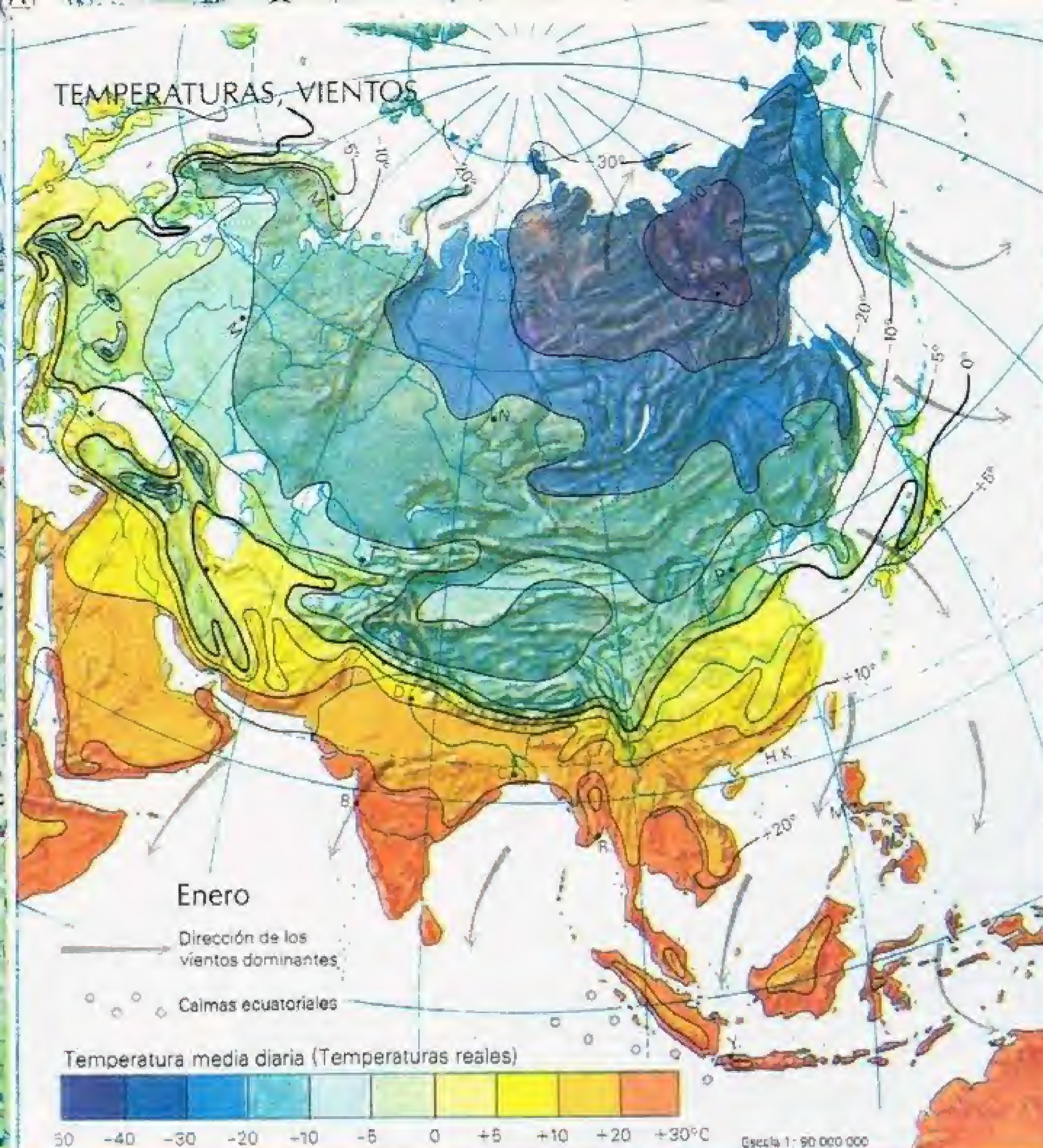
Crecimiento de la población por países 1975–85

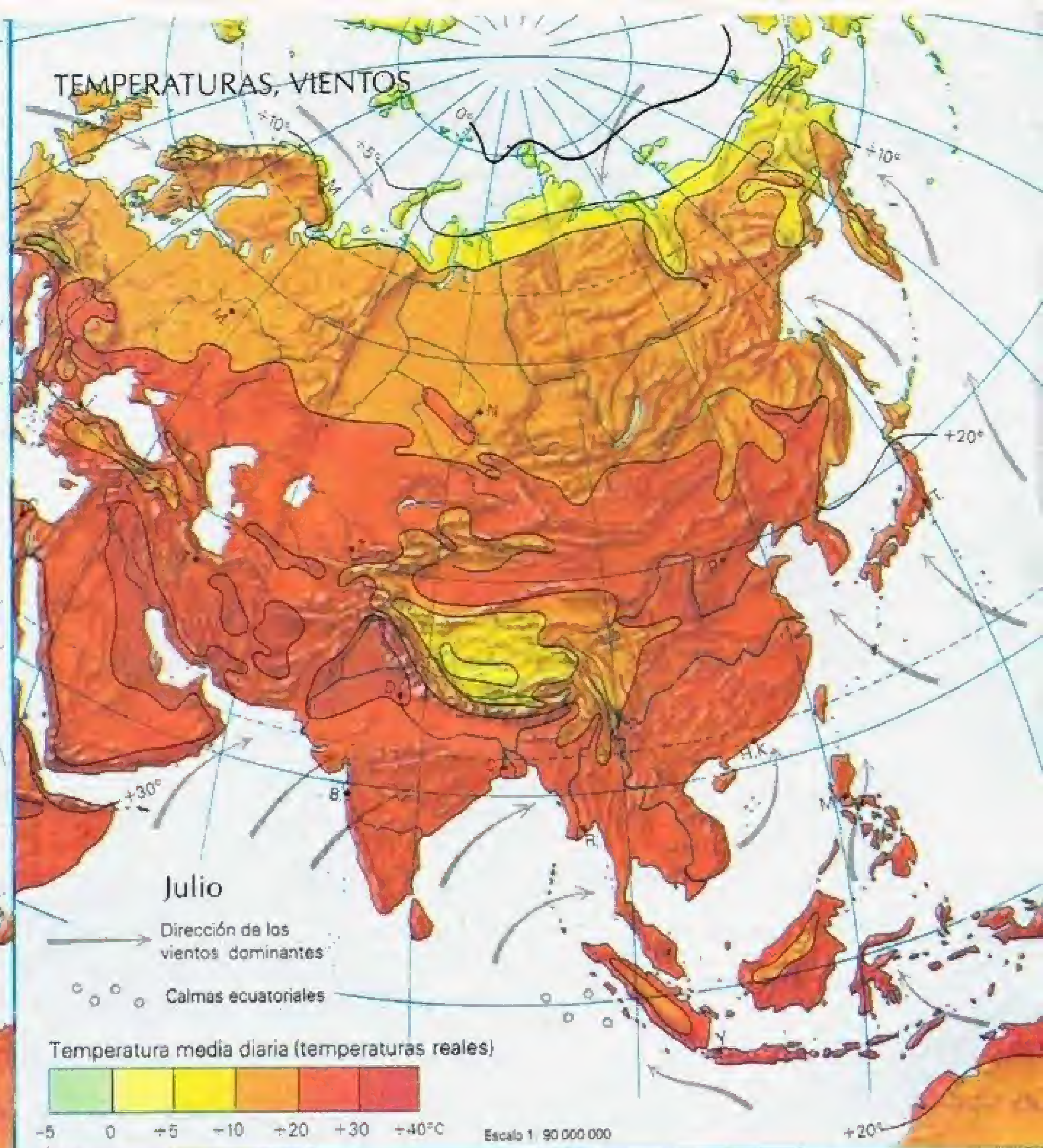
%
50
40
30
20
10
0

Media de Asia excluida la U.R.S.S.: 18 %

Manchester
Birmingham
Londres
París
Madrid
Barcelona
Roma
Berlín
Kiev
Moscú
San Petersburgo
Círculo Polar Ártico
Istanbul
Ankara
Alejandría
El Cairo
Bagdad
Teherán
Karachi
Delhi
Bombay
Calcuta
Madrás
Rangún
Bangkok
Ho Chi Minh
Singapur
Yakarta
Surabaja
Manila
Hong Kong
Taipei
Trópico de Cáncer
Shanghai
Nanking
Pekín
Shenyang
Harbin
Pyongyang
Seúl
Tokyo
Yokohama
Nagoya
Osaka
Ecuador

Escala 1 : 60.000.000
0 1000 2000 km





DIVISIONES POLÍTICAS

Repúblicas de la ex U.R.S.S.

1 Federación Rusa
2 Estonia
3 Letonia
4 Lituania
5 Belarús
6 Ucrania
7 Moldova
8 Georgia
9 Armenia
10 Arzebaiyán
11 Kazajstán
12 Uzbekistán
13 Turkmenistán
14 Tayikistán
15 Kirguizistán

Regiones administrativas en China

(Zizhiqu = Región autónoma)

1 Xinjiang Uygur Zizhiqu
2 Xizang Zizhiqu (Tibet)
3 Qinghai
4 Gansu
5 Nei Monggol Zizhiqu
6 Heilongjiang
7 Jilin
8 Liaoning
9 Hebei
10 Beijing Shi
11 Shanxi
12 Shaanxi
13 Ningxia Huizu Zizhiqu
14 Sichuan
15 Hubei
16 Henan
17 Shandong
18 Jiangsu
19 Anhui
20 Shanghai Shi
21 Zhejiang
22 Fujian
23 Jiangxi
24 Hunan
25 Guizhou
26 Yunnan
27 Guangxi Zhuangzu Zizhiqu
28 Guangdong
29 Tianjin Shi

Escala 1 : 60.000.000


0 1000 2000 km

PROYECCIÓN ACIMUTAL EQUIVALENTE DE LAMBERT



Mar Negro
Kaspiiskoie More
Mar Caspio
KAZAJSTÁN
Estepas de
Meseta de Ustiurt
TURKMENISTÁN
GEORGIA
ARMENIA
AZERBAIYÁN
TURQUÍA
SIRIA (SURIYAH)
LÍBANO
ISRAEL
JORDANIA (AL URDUN)
IRAQ
Mesopotamia
Kurdistán
IRÁN (PERSIA)
KUWAIT
ARABIA SAUDÍ (AL 'ARABIYAH AS SU'ŪDIYAH)
BAHREIN
QATAR
UNIÓN DE EMIRATOS ÁRABES
OMÁN
CHIPRE
Golfo Pérsico
Golfo de Omán
Costa de los Piratas
Estrecho de Ormuz
Mar Rojo
Desierto Sirio
Desierto de Kavir
Nafūd
Nejd
Hejaz
Trópico de Cáncer
Odessa
Simferopol'
Sebastopol
Donetsk
Rostov-na-Donu
Volgogrado
Astraján (Astrakán)
Krasnodar
Stavropol'
Ankara
Samsun
Trabzon
Kayseri
Konya
Adana
Gaziantep
Halab (Alepo)
Tbilisi
Erevan
Baku
Majachkala
Grozny
Tabrīz
TEHRĀN (TEHERAN)
Mashhad
Ashjabad
Al Mawsil (Mosul)
BAGHDĀD
Al Basrah
Ābādān
Esfahān
Shīrāz
Kermān
Yazd
Dimashq (Damasco)
Bayrut (Beirut)
'Ammān
Yerushalayim (Jerusalén)
Kuwait (Al Kuwait)
Ar Riyād (Riyadh)
Al Madīnah (Medina)
Al Manāma
Ad Dawhah (Doha)
Dubayy
Krasnovodsk
Guriev
Aktiubinsk
Cabo Sengurin
Golfo de Kara-Bogaz Gol
Kūhhā-ye Alborz (Mt. Elburz)
Montes Zagros


KAZAJSTÁN
Kirguizia
Meseta de Kazajstán
Betpak-Dala
(Estepa del Hambre)
UZBEKISTÁN
KIRGUIZISTÁN
TAYIKISTÁN
AFGANISTÁN
PAKISTÁN
CHINA
INDIA
NEPAL
Xinjiang Uygur Zizhiqu
(Sinkiang)
Xizang Zizhiqu
(Tíbet)
Taklimakan Shamo
(Desierto de Takla Makan)
Junggar Pendi
(Dzungaria)
Tian Shan
Pamir
Karakorum
Himalaya
Kunlun Shan
Hindu Kush
Rajasthan
Punjab
Sind
Cachemira
Karaganda
Alma-Atá
Bishkek
Tashkent
Samarkanda
Dushanbé
Kabul
Islamabad
Rawalpindi
Peshawar
Lahore
Faisalabad
Multan
Quetta
Hyderabad
Karachi
Delhi
New Delhi
Jaipur
Ahmadabad
Ürümqi
(Urumchi)
Srinagar
Kandahar
Herat
Escala 1 : 10.000.000
0 100 200 300 400 km



Poluostrov Yamal
(Península de Yamal)
Urales Polares
Golfo de Ob
Península de Guida
Golfo de Yenisei
Mar de Laptev
Montes Birranga
Lago Taimir
Poluostrov Taimir
(Península de Taimir)
Llanura de Siberia Septentrional
Cordillera Jara-Tas
Isla Bolshoi Beguichev
Golfo de Olenëk
Norilsk
Mt. Kamen
Montes Putorana
Meseta del Anabar
Zapadno Sibirskaia Nizmennost
(Llanura de Siberia Occidental)
Nizhnevartovskoie
Meseta de Siverma
Meseta del Viliui
Sredne Sibirskoie Ploskogorie
(Meseta de Siberia Central)
Embalse del Viliui
Meseta de Tunguska
FEDERACION
Tomsk
Novosibirsk
Kemerovo
Anzhero-Sudzhensk
Achinsk
Leninsk-Kuznetski
Krasnoiarsk
Kansk
Belovo
Kiselevsk
Prokopievsk
Novokuznetsk
Biisk
Abakan
Bratsk
Embalse de Bratsk
Ust-Ilimsk
Ust-Kut
Altiplanicie del Patom
Altiplanicie Septentrional del Baikal
Montes S Yuzhno Muiskii
Meseta del Vitim
Nizhneudinsk
Tulun
Zima
Cheremjovo
Usolie-Sibirskoie
Angarsk
Irkutsk
Lago Baikal
Ulan-Ude
Chita
Montes Ulan-Burgas
Montes Iablonovi
Altai
Montes Tannu Ola
MONGOLIA
(MONGOL ARD ULS)
ULAANBAATAR
(ULAN BATOR)
Manzhouli
Hulun Nur
Hulun Buir Meng

Vostochno Sibirskoie More
(Mar de Siberia Oriental)

Golfo del Yana

Montes Aniuiskii Septentrionales

Montes Aniuiskii Meridionales

Meseta de Anadir

Montes Olói

Montes Ushurakchan

Jrebet Cherskogo (Montes Cherski)

Montes del Moma

Montes Suntar Jaiata

Verjoianskii Jrebet (Montes Verjoiansk)

Jrebet Kolimskii (Montes Kolima)

Montes Koriakskii

Mar de Bering

Golfo de Shelijov

Magadan

Yakutsk

RUSA

Ojotskoie More
(Mar de Ojotsk)

Península de Kamchatka

Petropavlovsk-Kamchatskii

Islas Shantar

Montes Stanovoi

Montes Dzhagdi

Sajalin

Nikolaievsk-na-Amure

Komsomolsk-na-Amure

Blagoveshchensk

Jabarovsk

Yuzhno-Sajalinsk

Estrecho de Tartaria

Kurilskie Ostrova (Islas Kuriles)

Islas Paramushir

Yilehuli Shan

Xiao Hinggan Ling

CHINA

Qiqihar

Hegang



MONGOLIA
(MONGOL ARD ULS)
Ürümqi (Urumchi)
Turpan
Xinjiang Uygur Zizhiqu
(Sinkiang)
Lop Nur
Hami
Altun Shan
Kunlun Shan
Qaidam Pendi
Qinghai
(Tsinghai)
Xining
Lanzhou
Qinghai Hu (Koko Nor)
Golmud
Bayan Har Shan
Tanggula Shan
Xizang Zizhiqu
(Tibet)
Nyainqentanglha Shan
Arunachal Pradesh
INDIA
Nagaland
Imphal
Mandalay
BIRMANIA
Sagaing
Pegu
RANGÚN
THAILANDIA
LAOS
VIETNAM
HA NOI
Hai Phong
Beibu Wan
(Golfo de Tonkín)
Hainan Dao
Haikou
Nan Hai
(Mar de China Meridional)
Guangzhou
(Cantón)
New Kowloon
Victoria
Hong Kong (R.U.)
Macao (Port.)
Nanning
Guangxi Zhuangzu Zizhiqu
(Kuangsi-Chuang)
Liuzhou
Guilin
Guizhou
Guiyang
Kunming
Yunnan
Dukou
Sichuan
Sichuan Pendi
Chengdu
Chongqing
Nanchong
Neijiang
Zigong
Luzhou
Yibin
Zunyi
Wutunghliao
Gongga Shan
Hunan
Changsha
Xiangtan
Hengyang
Zhuzhou
Hubei
Wuhan
Huangshi
Shashi
Yichang
Henan
Zhengzhou
Kaifeng
Luoyang
Xuchang
Nanyang
Shaanxi
Xi'an
Xianyang
Baoji
Qin Ling
Shanxi
Taiyuan
Datong
Yangquan
Shijiazhuang
Handan
Xingtai
Anyang
Baoding
Zhangjiakou
Xuanhua
Hohhot
Baotou
Nei Mongol
(Mongolia Interior)
Mu Us Shamo
(Ordos)
Yinchuan
Ningxia Huizu Zizhiqu
Badain Jaran Shamo
Gobi
(Desierto de Gobi)
Erenhot
Dornogovi
Dundgovi
Ömnögovi
Qilian Shan
Yumen
Jiayuguan
Zhangye
Jiuquan
Tianjun
Huang He
Chang Jiang
Zhanjiang
Jiangmen
Foshan
Shaoguan
Nan Ling
Jiangxi
Nanchang
Jiujiang
Pingxiang
Ganzhou
Shantou
© ESSELTE MAP SERVICE



Heilongjiang
Qiqihar
Harbin
Jiamusi
Shuangyashan
Mudanjiang
Jixi
F. RUSA
Vladivostok
Nakhodka
Ussuriisk
Manchuria
Changchun
Jilin
Siping
Liaoyuan
Fushun
Shenyang (Mukden)
Anshan
Benxi
Liaoning
Dandong
Sinuiju
Yingkou
Jinzhou
Fuxin
BEIJING (PEKIN)
Tianjin (Tientsin)
Tangshan
Qinhuangdao
Hebei
Bo Hai (Golfo de Po Hai)
Lüda (Dairen)
Liaodong Bandao
P'YÖNGYANG
COREA DEL NORTE
Hamhung
Hüngnam
Wönsan
Ch'öngjin
Mar de Japón
SOUL (SEUL)
Inch'ön
Suwön
Ch'unch'ön
Taejön
Taegu
Pusan
Kwangju
Mokp'o
COREA DEL SUR
Cheju
Cheju-do (Quelpart) (Corea del S.)
Shandong
Shandong Bandao
Jinan
Qingdao (Tsingtao)
Yantai
Huang Hai
(Mar Amarillo)
Lianyungang (Xinhailian)
Xuzhou (Suchou)
Jiangsu
Anhui
Hefei
Nanjing
Zhenjiang
Nantong
Wuxi
Suzhou
Shanghai
Hangzhou
Ningbo
Shaoxing
Zhejiang
Wenzhou
Dong Hai
(Mar de China Oriental)
Fujian
Fuzhou
Xiamen (Amoy)
Quanzhou
Keelung
TAIPEI
Taichung
Chiai
Tainan
Kaohsiung
Pingtung
TAIWAN (FORMOSA)
Hualien
Penghu Liedao (Pescadores)
Bashi Haixia
Estrecho de Luzón
Nansei shotō (Islas Ryukyu) (Japón)
Okinawa-jima
Naha
Amami-ō-shima
Sakishima-guntō
Daitō-shotō (Japón)
Trópico de Cáncer
OCÉANO PACÍFICO
JAPÓN
Hokkaidō (Yeso)
Sapporo
Asahikawa
Kushiro
Obihiro
Hakodate
Muroran
Aomori
Hachinohe
Akita
Morioka
Sendai
Yamagata
Fukushima
Niigata
Sado-shima
Honshū (Hondo)
Kanazawa
Toyama
Nagano
Utsunomiya
Maebashi
TOKYO
Yokohama
Yokosuka
Chiba
Mito
Hitachi
Shizuoka
Hamamatsu
Toyohashi
Nagoya
Gifu
Kyoto
Osaka
Kobe
Nara
Wakayama
Okayama
Kurashiki
Hiroshima
Fukuyama
Shimonoseki
Kitakyūshū
Fukuoka
Shikoku
Takamatsu
Matsuyama
Kochi
Kyūshū
Nagasaki
Sasebo
Kumamoto
Oita
Nobeoka
Miyazaki
Miyakonojō
Kagoshima
Ōsumi-shotō
Tane-ga-shima
Oki-shotō
Tokara-rettō
120°
125°
130°
135°
140°



AFGANISTAN
Kandahar
Quetta
Peshawar
Rawalpindi
ISLAMABAD
Srinagar
Cachemira
Jammu
Gujrat
Sialkot
Gujranwala
Sargodha
Faisalabad
Lahore
Amritsar
Jullundur
Multan
Ludhiana
Chandigarh
Himachal Pradesh
Bahawalpur
P A K I S T A N
Montes Toba Kakar
Montes Suleiman
Cordillera Central de Brahui
P u n j a b
Sukkur
Jacobabad
Larkana
Shikarpur
Hyderabad
Karachi
Desierto de Thar
(Gran Desierto Índico)
R a j a s t h a n
Bikaner
Jodhpur
Ajmer
Jaipur
Alwar
Mathura
Agra
Haryana
Rohtak
DELHI
New Delhi
Meerut
Moradabad
Rampur
Bareilly
Aligarh
Shahjahanpur
Fatehgarh
Firozabad
Saharanpur
Muzaffarnagar
Dehra Dun
Ambala
Patiala
Hissar
Gwalior
Jhansi
Kanpur
Lucknow
Uttar Pradesh
Allahabad
Varanasi
(Benares)
Mirzapur
Gorakhpur
Faizabad
Muzaffarpur
Darbhanga
Patna
Monghyr
Bhagalpur
Gaya
Bihar
KATMANDU
Mt. Everest
Sikkim
Siliguri
Rajshahi
DAKHA (DACCA)
Asansol
Durgapur
Howrah
Bhatpara
Calcuta
Khulna
Jamshedpur
Ranchi
Kharagpur
Chota Nagpur
Marisma de Kutch
K u t c h
Golfo de Kutch
Jamnagar
Rajkot
Gujarat
Ahmadabad
Nadiad
Vadodara (Baroda)
Bhavnagar
Porbandar
Surat
Golfo de Khambhat
Udaipur
Kota
Chittaurgarh
Ratlam
Ujjain
Indore
Bhopal
Sagar
Jabalpur
Madhya Pradesh
I N D I A
Montes Vindhya
Montes Satpura
Burhanpur
Jalgaon
Dhule
Malegaon
Nasik
Akola
Amravati
Nagpur
Raipur
Bilaspur
Cuttack
Bhubaneswar
Berhampur
Orissa
Vasai (Bassein)
Bombay
Thana
Ulhasnagar
Pune (Poona)
Ahmadnagar
Aurangabad
Maharashtra
Nander
Nizamabad
Warangal
Sholapur
Gulbarga
Hyderabad
Kothapur
Sangli
Bijapur
Belgaum
Goa
Panaji (Panjim)
Karnataka
Hubli
Bellary
Kurnool
Andhra Pradesh
Vijayawada
Rajahmundry
Eluru
Kakinada
Vishakhapatnam
Guntur
Machilipatnam
Bocas del Godavari
Bocas del Krishna
Nellore
Davangere
Shimoga
Bhadravati
Mangalore
Bangalore
Mysore
Madras
Kanchipuram
Vellore
Salem
Erode
Tamil Nadu
Coimbatore
Calicut
Pondicherry
Cuddalore
Kumbakonam
Thanjavur
Tiruchchirappalli
Cochin
Alleppey
Madurai
Dindigul
Quilon
Trivandrum
Tirunelveli
Tuticorin
Nagercoil
Cabo Comorín
Golfo de Mannar
Estrecho de Palk
Costa de Coromandel
Costa de Malabar
Ghats Occidentales
Ghats Orientales
Mar Arábigo
Cherbaniani Reef
Islas Amindivi
Lakshadweep
(Islas Laquedivas)
(India)
Canal Paralelo Nueve
Minicoy
Canal Paralelo Ocho
MALDIVAS
Jaffna
Trincomalee
Batticaloa
Kandy
COLOMBO
Moratuwa
Galle
Matara
Cabo Dondra
SRI LANKA
(CEILÁN)
Golfo de
OCÉANO
ÍNDICO
Qing Zang Gaoyuan
(Meseta del Tibet)
Xizang Zizhiqu
(Tibet)
Gangdisê Shan
H i m a l a y a
Tanggula
© ESSELTE MAP SERVICE


C H I N A
Sichuan Pendi
Chengdu
Chongqing
Wuhan
Hubei
Hunan
Changsha
Guizhou
Guiyang
Kunming
Yunnan
Guangxi Zhuangzu Zizhiqu
Nanning
BHUTAN
Assam
Meghalaya
BANGLA DESH
Chittagong
Mandalay
BIRMANIA
RANGOON (RANGÚN)
Bengala
HANOI
Hai Phong
Beibu Wan
(Golfo de Tonkín)
Hainan Dao
VIENTIANE
VIANG CHAN
THAILANDIA (SIAM)
KRUNG THEP (BANGKOK)
KAMPUCHEA (CAMBOYA)
PHNOM PENH
VIETNAM
Ho Chi Minh (Saigón)
Da Nang
Mar de China Meridional
Golfo de Thailandia
Mar de Andamán
Islas Andamán
Islas Nicobar
Archipiélago Mergui
MALAYSIA



BIRMANIA
Archipiélago
Mergui
Mar de Andamán
KRUNG THEP (BANGKOK)
Thon Buri
Golfo de Thailandia
KAMPUCHEA (CAMBOYA)
PHNOM PENH
Tonle Sap
VIETNAM
Qui Nhon
Nha Trang
Da Lat
Cam Ranh
Bien Hoa
Ho Chi Minh (Saigón)
My Tho
Vung Tau
Rach Gia
Vinh Loi
Bocas del Mekong
Con Son
Hon Khoai
THAILANDIA
Nakhon Si Thammarat
Surat Thani
Ko Samui
Ko Phangan
Ko Phuket
Songkhla
Hat Yai
Kota Baharu
Alor Setar
George Town
Kuala Terengganu
Ipoh
Península de Malaca
Kuantan
KUALA LUMPUR
Melaka
Estrecho de Malaca
Johor Baharu
SINGAPUR
Islas Riau
Isla Bintan
Islas Lingga
Isla Singkep
Banda Aceh
Medan
Pematangsiantar
Sumatra
I. Simeulue
Isla Nias
Padang
Pekanbaru
Jambi
Palembang
Bengkulu
Bandarlampung
Isla Siberut
Islas Mentawai
Estrecho de Mentawai
Montes Barisan
I. Enggano
Isla Bangka
Pangkalpinang
Isla Belitung
Tanjungpandan
Estr. de Gaspar
Estrecho de Karimata
MALAYSIA
Islas Natuna
Gran Natuna
Islas Anambas
Islas Tambelan
Mar de China Meridional
Nansha Qundao (Islas Nanshan)
Zhongye Qundao (Is. Zhongye)
North Danger Reef
Trident Shoal
Great Discovery Reef
Fiery Cross Reef
Louisa Reef
Swallow Reef
BRUNEI
BANDAR SERI BEGAWAN
Sabah
Kota Kinabalu
Mt. Kinabalu
Estrecho de Balabac
Sarawak
Kuching
Sibu
Pontianak
Kalimantan (Borneo)
Montes Müller
Mts. Schwaner
Samarinda
Balikpapan
Banjarmasin
Palangkaraya
Estrecho de Makassar
Laut Jawa (Mar de Java)
Isla Karimunjawa
Isla Bawean
YAKARTA
Estrecho de la Sonda
Selat Sunda
Bogor
Bandung
Cirebon
Semarang
Surakarta
Yogyakarta
Madiun
Kediri
Malang
Surabaya
Madura
Java
Bali
Lombok
Sumbawa
OCÉANO ÍNDICO
Isla Christmas (Aust.)
INDONESIA


FILIPINAS
MANILA
Lipa
San Pablo
Batangas
Mindoro
Estrecho de Mindoro
Calamian
Masbate
Samar
Calbayog
Panay
Iloilo
Bacolod
Cebu
Negros
Bohol
Leyte
Tacloban
Palawan
Mar de Sulú
Mindanao
Zamboanga
Basilan City
Davao
General Santos
Butuan
Cagayan de Oro
Iligan
Dumaguete
Archipiélago de Sulú
Jolo
Islas Tawitawi
Islas Sarangani
Laut Sulawesi
(Mar de Célebes)
Islas Talaud
Isla Sangihe
Manado
Península de Minnahassa
Gorontalo
Golfo de Tomini
Islas Togian
Sulawesi
(Célebes)
Palopo
Ujung-pandang
Watampone
Isla Butung
Isla Kabaena
Bau-Bau
Islas Banggai
Islas Sula
Islas Obi
Halmahera
Isla Morotai
Mar de las Molucas
Estr. de Molucas
Seram
(Ceram)
Mar de Seram
Amboina
I. Buru
Islas Banda
Laut Banda
(Mar de Banda)
Islas Kai
Islas Aru
Islas Tanimbar
Laut Arafura
(Mar de Arafura)
Isla Wetar
Timor
Kupang
Laut Timor
(Mar de Timor)
Flores
Laut Flores
(Mar de Flores)
Islas Menores de la Sonda
Sumba
Mar de Sawu
Isla Sawu
Roti
Isla Selayar
Nueva Guinea
Irian Jaya
(Irian Occidental)
Isla Biak
Isla Yapen
Isla Supiori
Puncak Jaya
Isla Jos Sudarso
(Isla Kolepom)
(I. Dolak)
Isla Komoran
Cabo Kolff
OCÉANO
PACÍFICO
Islas Palau
Rep. de Palau (Adm. por E.U.A.)
Islas Sonsorol
Pulo Anna
Merir
Tobi
Helen Reef
Islas Asia
Islas Mapia
Islas Ayu
Ecuador
AUSTRALIA
Isla Melville
Isla Bathurst
Cabo Van Diemen
Cabo Croker
Cabo Wessel
Islas Goulburn
Luzón
Cordillera Central
Sierra Madre
Baguio
Cabanatuan
Tarlac
Angeles
Olongapo
Quezon City
Vigan
Laoag
Tuguegarao
Ilagan
Estrecho de Luzón
Canal de Balintang
Canal de Babuyan
Cabo Engaño
Pta. Palanan
Polillo
Catanduanes
Legaspi
Sorsogon
Naga
Escala 1:10.000.000
0 100 200 300 400 km

DIVISIÓN POLÍTICA

Escala 1 : 60.000.000

0 1000 2000 km

POBLACIÓN

Distribución de la población 1985

- 500.000 habitantes
- 3 La cifra indica la población (ciudades con suburbios) en millones
- Deshabitado (menos de 1 habitante por Km²)

Crecimiento de la población por países 1975–85

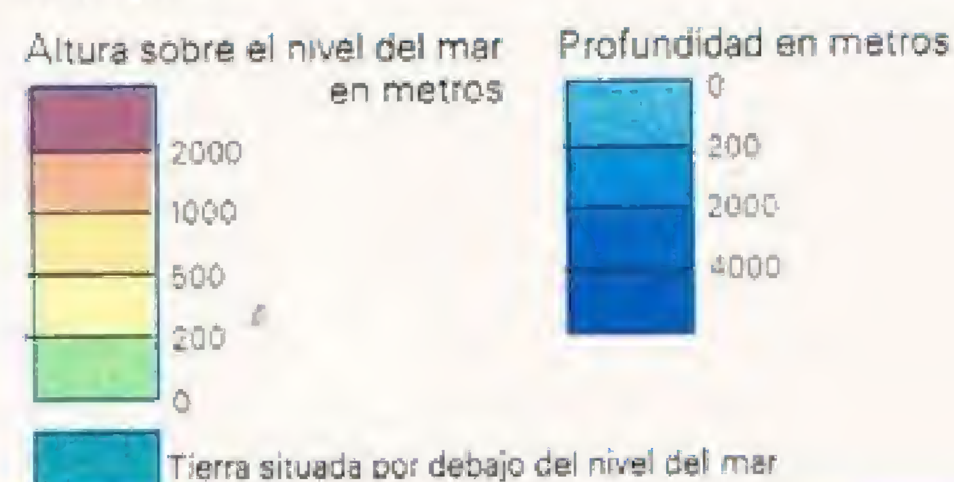
0 10 20 30 40 50 % Media de Oceanía: 17 %

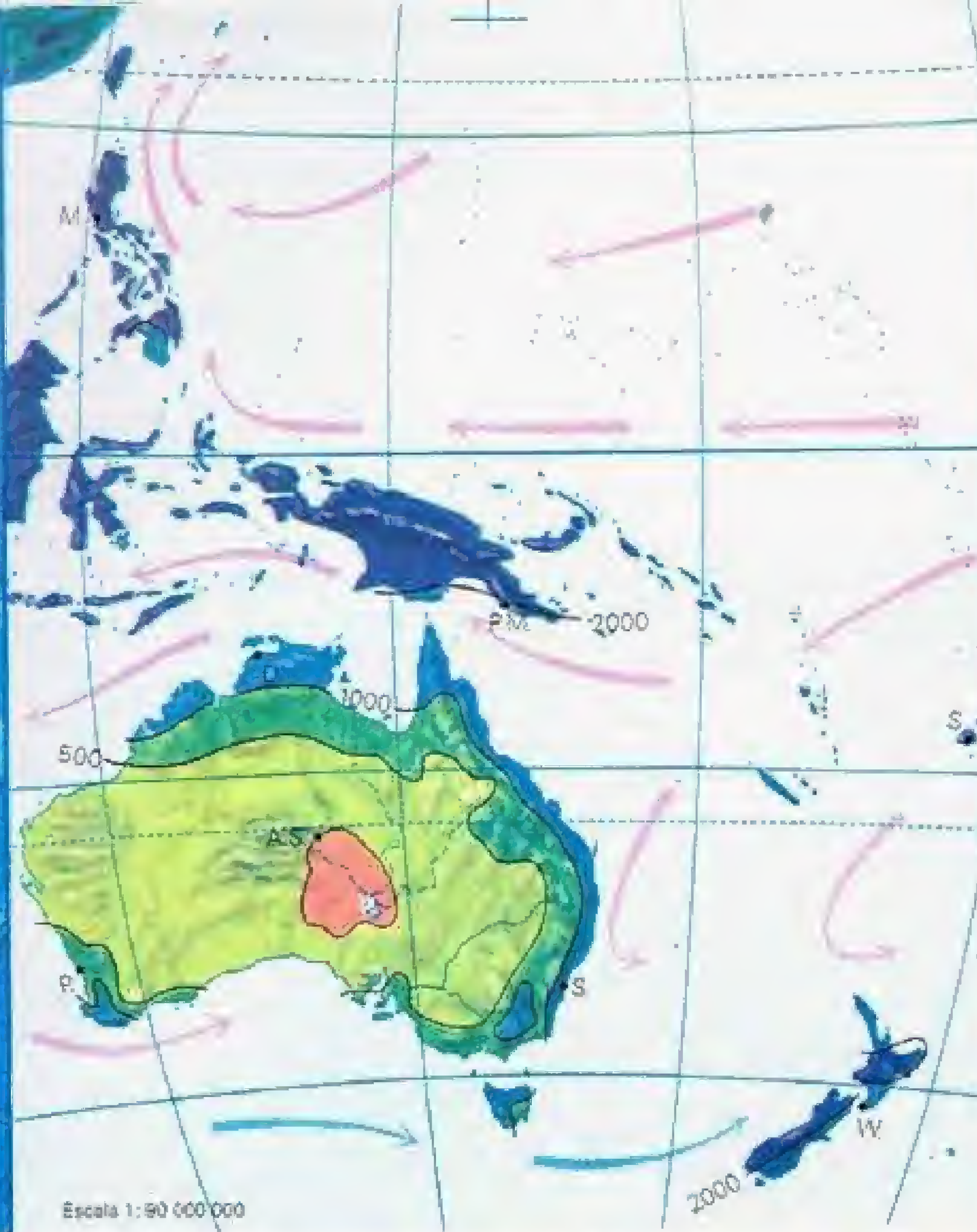
© ESSELTE MAP SERVICE


Islas Marianas Septentrionales
I. Saipan
I. Tinian
I. Rota
I. Guam (E.U.A.)
Islas Marianas
Fosa de las Marianas
Fosa de Challenger
Wake (E.U.A.)
Taongi
Islas Marshall
Bikar
Territorio en Fideicomiso de las Islas del Pacífico (Adm. por E.U.A.)
Eniwetok
Bikini
Ulithi
Is. Yap
Fais
Sorol
Faraulep
Pulap
Lamotrek
Is. Truk
Ponape
Islas Carolinas
Islas Senyavin
Estados Federados de Micronesia
Micronesia
Kwajalein
Arco Ralik
Arco Ratak
Wotje
Maloelap
Majuro
Mili
Jaluit
Butaritari
BAIRIKI KIRIBATI
Tarawa
Islas Gilbert
Kapingamarangi
I. Howland (E.U.A.)
I. Baker
Ecuador
MAKWA NAURU
Banaba
Islas Kingsmill
I. Manus
Kavieng
Irian Occidental
Archipiélago de Bismarck
Nueva Irlanda
Rabaul
PAPUA NUEVA GUINEA
Nueva Guinea
Madang
Pico Jaya
Nueva Bretaña
Fosa de Planet
I. Bougainville
I. Choiseul
ISLAS SALOMÓN
I. Santa Isabel
Melanesia
OCÉANO PACÍFICO
Islas Phoenix
Nanumea
TUVALU Islas Ellice
Nukufetau
FUNAFUTI
Nukulaelae
Islas Tokelau (N.Z.)
Isla Kolepom
Arafura
Estrecho de Torres
Cabo York
PORT MORESBY
Montes Owen Stanley
Mar de Salomón
HONIARA
I. Malaita
I. Guadalcanal
I. San Cristóbal
Archipiélago de Luisiada
Islas Santa Cruz
I. Rennell
Cabo de Arnhem
Península del Cabo York
Golfo de Carpentaria
Mar del Coral
I. Rotuma
Is. Wallis
Is. Futuna
SAMOA OCCIDENTAL
APIA
I. Espíritu Santo
VANUATU Nuevas Hébridas
I. Malekula
VILA
I. Efate
Gran Barrera de Arrecifes
Cairns
Meseta Barkly
Townsville
Charters Towers
Bowen
Mount Isa
Hughenden
Mackay
Vanua Levu
Viti Levu
FIJI
SUVA
Kandavu
Islas Lau
Niuafoou
Is. Chesterfield
Nouvelle Calédonie (Nueva Caledonia) (Fr.)
Nouméa
Is. de la Lealtad
Vavau
TONGA
I. Niue (N.Z.)
NUKU'ALOFA
Tongatapu
Queensland
Gran Cordillera Divisoria
Rockhampton
Gladstone
Bundaberg
Maryborough
Gympie
Alice Springs
Longreach
Desierto de Simpson
Charleville
Roma
Toowoomba
Brisbane
Ipswich
Trópico de Capricornio
Fosa de Tonga
Fosa de Hunson
Lago Eyre
Cunnamulla
Grafton
Bourke
Is. Norfolk (Aust.)
I. Lord Howe (Aust.)
Islas Kermadec (N.Z.)
Fosa de Galathea
Fosa de las Kermadec
Nueva Gales del Sur
Broken Hill
Cobar
Dubbo
Port Augusta
Whyalla
Port Pirie
Newcastle
Sydney
Wollongong
Port Lincoln
Golfo de Spencer
Adelaida
Murray Bridge
Mildura
Wagga Wagga
Goulburn
CANBERRA
Australian Capital Territory
Kosciusko
Victoria
Ballarat
Bendigo
Albury
Melbourne
Mount Gambier
Warrnambool
Geelong
Cabo Howe
Mar de Tasmania
Cabo Norte
Whangarei
Auckland
Hamilton
Isla Norte
Rotorua
Gisborne
New Plymouth
Wanganui
Napier
Palmerston North
NUEVA ZELANDA
Nelson
WELLINGTON
Estrecho de Cook
Westport
Isla Sur
Christchurch
Timaru
Invercargill
Dunedin
I. King
Estr. de Bass
Is. Furneaux
Devonport
Launceston
Burnie
Tasmania
Hobart
Cabo Sureste
Islas Chatham (N.Z.)
Línea internacional de cambio de fecha
PROYECCIÓN ACIMUTAL EQUIVALENTE DE LAMBERT
Escala 1 : 25.000.000
0 500 1000 km



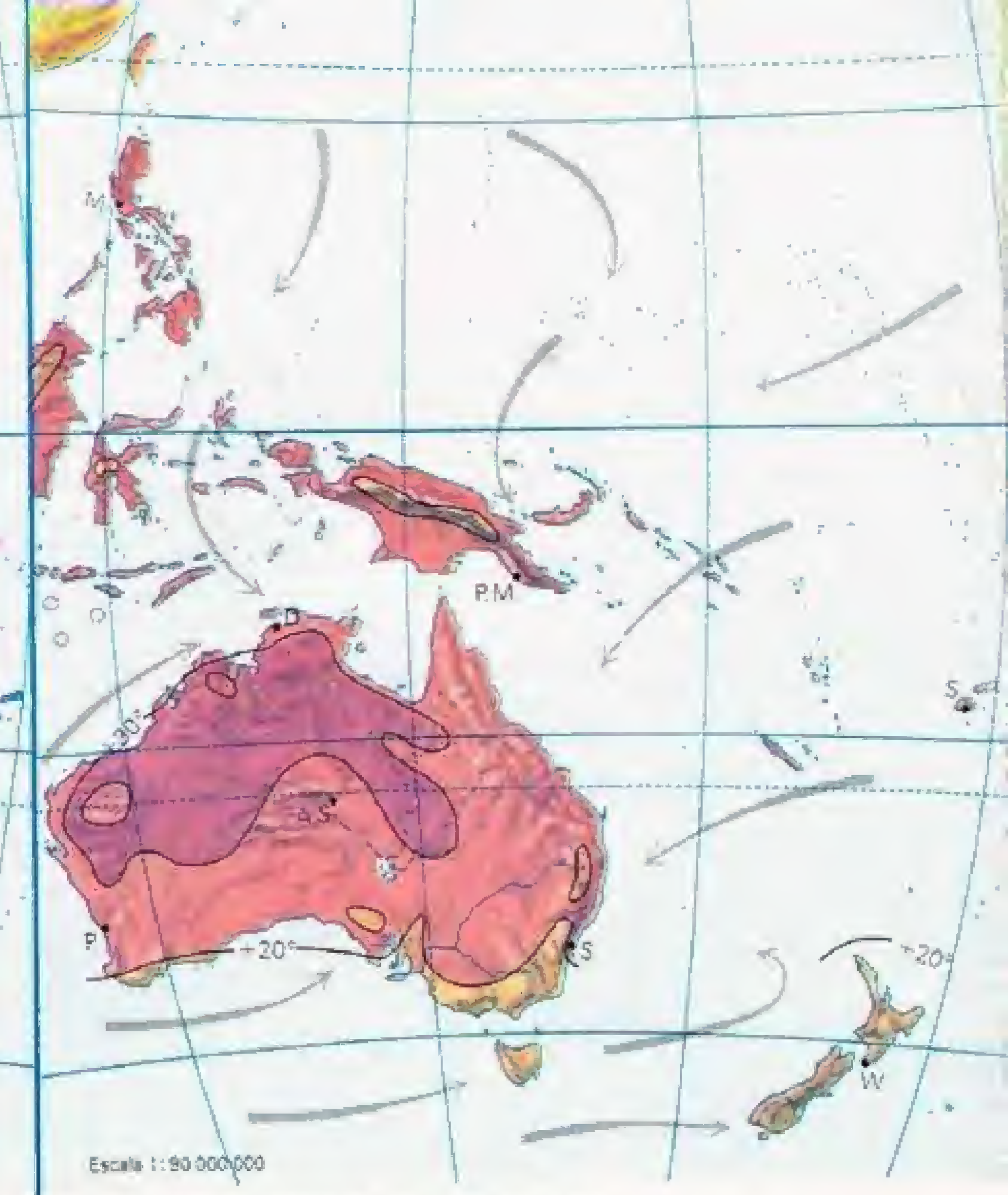
RELIEVE





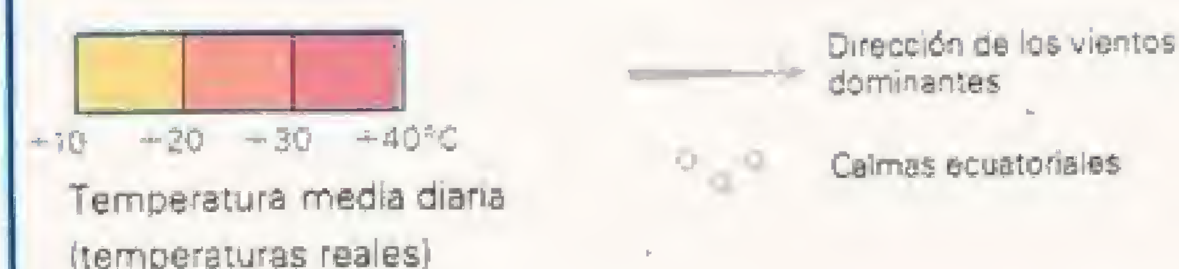
PRECIPITACIONES ANUALES, CORRIENTES OCEÁNICAS





TEMPERATURAS, VIENTOS

Enero



PRODUCCIONES AGRARIAS



Taiwan
Trópico de Cáncer
Luzón
Manila
Mindanao
Ecuador
KIRIBATI
NAURU
Borneo
Célebes
Nueva Guinea
Port Moresby
ISLAS SALOMÓN
TUVALU
SAMOA OCCIDENTAL
Darwin
VANUATU
FIJI
Suva
Nueva Caledonia
Trópico de Capricornio
Alice Springs
Brisbane
Perth
Sydney
Adelaida
Melbourne
Isla Norte
Wellington
Tasmania
Isla Sur

Escala 1 : 50.000.000

0 1000 2000 km

120° 140° 160° 180° 160°

Escala 1: 90 000 000

TEMPERATURAS, VIENTOS

Julio

0 +5 +10 +20 +30°C

Temperatura media diaria

(Temperaturas reales)

Dirección de los vientos dominantes

Calmas ecuatoriales

Escala 1: 90 000 000

CLIMA EN RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS. (REGIONES AGRÍCOLAS) (según Köppen y otros)

Climas tropicales húmedos:
- Clima de bosque tropical lluvioso
- Clima de sabana

Climas secos:
- Clima de estepa
- Clima desértico

Climas marítimos:
- con veranos secos
- con inviernos secos
- con precipitaciones en todas las estaciones

Escala 1: 90 000 000

SUELOS

(según Glinka, Marbu y otros)

- Suelos pardos
- Suelos latéricos
- Chernozem
- Suelos castaño de estepa
- Suelos tropicales y subtropicales
- Suelos alpinos

PRODUCCIÓN ENERGÉTICA Y MINERAL

10 5 1% de la producción mundial promedio 1977–81

FUENTES DE ENERGÍA

- Petróleo
- Gas natural
- Gaseoducto
- Carbón
- Lignito
- Uranio
- Electricidad de origen: térmico, nuclear, hidroeléctrico

MINERALES

- Fe Hierro
- Ag Plata
- Au Oro
- Cu Cobre
- Pb Plomo
- Sn Estaño
- Zn Zinc
- Al Bauxita
- P Fosfatos
- Metales aleables (níquel, cromo, tungsteno, manganeso)

Los símbolos muestran solamente la localización de los yacimientos

Región industrial

Basado en las estadísticas de la ONU

Escala 1 : 50.000.000

0 1000 2000 km

PROYECCIÓN ACIMUTAL EQUIVALENTE DE LAMBERT



Escala 1 : 10.000.00

PAPUA NUEVA GUINEA

Archipiélago de la Luisiada

Mar del Coral

OCÉANO PACÍFICO

Territorio de las Islas del Mar del Coral (Aust.)

Golfo de Carpentaria

Península de Cabo York

Gran Barrera de Arrecifes

Queensland

Gran Cordillera Divisoria

Gran Cuenca Artesiana

Nueva Gales del Sur

Victoria

Mar de Tasmania

Desierto de Simpson

Mesera de Barkly

Lago Eyre

Brisbane

Gold Coast

Newcastle

Sydney

Wollongong

CANBERRA

Melbourne

Geelong

Adelaide

Rockhampton

Mackay

Townsville

Cairns

Bundaberg

Toowoomba

Ipswich

Broken Hill

Wagga Wagga

Tamworth

Mount Isa

Trópico de Capricornio

Cabo York

Cabo Melville

Cabo Flattery

Cabo Sandy

Cabo Byron

Cabo Howe

Cabo Otway

Promontoria Wilson

Estr. de Bass

Isla Flinders

Isla del Rey

Isla del Canguro

Golfo de Spencer

Golfo de St. Vincent

Península de Eyre

Groote Eylandt

Islas Wellesley

Isla Mornington

Isla Fraser o Gran Sandy

Isla Lord Howe

Balls Pyramid

Isla N. Stradbroke

Isla Moreton

Isla Hinchinbrook

Isla Whitsunday

Islas Cumberland

Islas Northumberland

Isla Curtis

Canal de Capricornio

Canal de Curtis

Canal de Flinders

Islas Chesterfield (Fr.)

Isla Rossel

Isla Tagula

Isla Misima

Isla Normanby

Isla Deboyne

Osprey Reef

Bougainville Reef

Holmes Reefs

Flinders Reefs

Herald Cays

Islas Coringa

Islas Willis

Diane Bank

Lihou Reef and Cays

Tregosse Islets and Reefs

Marion Reef

Mellish Reef

Frederick Reef

Kenn Reef

Saumarez Reef

Wreck Reef

Isla Cato

Pocklington Reef

Río Murray

Darling

Murrumbidgee

Lachlan

Riverina

Monte Kosciusko

Monte Bartle Frere

Monte Dalrymple

Monte Elliot

Montes Gregory

Montes Grey

Monte Hutton

135° 140° 145° 150° 155°

10° 15° 20° 25° 30° 35°

0 100 200 300 400 km

Halmahera
Islas Asia
Islas Mapia
Isla Sayang
Islas Aju
Golfo Buli
Golfo Weda
Mar de Halmahera
Isla Waigeo
Ecuador
Nueva Guinea
Islas Kaniet
I. Gebe
I. Gag
Estr. de Dampier
Mts. Tamrau
Monte Kwoka
Cendrawasih
Isla Supiori
Isla Biak
I. Numfor
I. Num
Estr. de Yapen
Isla Yapen
Cabo Libobo
I. Damar
I. Batanta
I. Kofiau
I. Salawati
Islas Obi
I. Tubelai
I. Misool
Islas Ninigo
Aua
Wuvulu
Islas Hermit
Islas del Almirantazgo
Manus
Rambutyo
Lou
Archipiélago
Mar de Seram
G. de Berau
G. Bintuni
Golfo de Cendrawasih
Irian Jaya
(Irian Occidental)
Mts. van Rees
Mts. Gauttier
Sungai Mamberamo
Bomberai
Monte Binaiya 3055
Seram (Ceram)
Ambon
Islas Sera Laut
Mt. Kumawa 1490
Mts. Weyland
Pegunungan Maoke (Montes Maoke)
Puncak Jaya 5030 (Pico Jaya)
Montes Sudirman
Mt. Trikora 4750
Monte Angemuk 3741
Mts. Jayawijaya
Monte Sulen 1861
Islas Schouten
Islas Purdy
Alim
Mar de
PAPUA
Karkar
Isla Adi
Islas Banda
Islas Watubela
INDONESIA
Islas Kai
I. Kai Besar
I. Kai Kecil
Kepulauan Aru (Islas Aru)
Isla Wokam
Isla Kobroor
Isla Trangan
I. Workai
Cabo de Jong
Cabo Kolff
Isla Jos Sudarso (Isla Kolepom) (I. Dolak)
Cabo Vals
Isla Komoran
Cordillera Central
Montes Bismarck
Monte Wilhelm 4508
Picos Doma 3562
Mt. Giluwe 4088
Long
Umboi
Estr. de Vitiaz
Estr. de Dampier
Monte Bangeta 4107
Peninsula Huon
Cabo Cretin
Yelia 3384
Golfo Huon
NUEVA GUINEA
Lago Murray
Strickland
Fly
S. Digul
Isla Nila
Isla Damar
Isla Yamdena
Kepulauan Tanimbar (Islas Tanimbar)
Isla Babar
I. Moa
I. Sermata
Isla Selaru
Isla Masela
Islas Leti
Laut Arafura
(Mar de Arafura)
Monte Victoria 4073
Montes Owen Stanley
Golfo de Papua
(NIUGINI)
PORT MORESBY
Gran Canal del Norte
Islas Murray
Isla Mulgrave
I. Banks
Estrecho de Torres
I. Príncipe de Gales
Cabo York
Estr. Endeavour
PARQUE NACIONAL JARDINE RIVER
Península de Cabo York
Cabo Grenville
Cabo Rodney
Mar del Coral
AUSTRALIA
Cabo Van Diemen
Isla Bathurst
Estrecho Dundas
Isla Melville
Golfo de Van Diemen
Cabo Croker
Isla Croker
Pen. Cobourg
Islas Goulburn
Pta. Braithwaite
Bahía Castlereagh
Islas Wessel
Cabo Wessel
Isla Elcho
B. de Buckingham

Sydney
Wollongong
Shellharbour
Lago Cowal
P.N. KINANGRA BOYD
P.N. BLUE MOUNTAINS
Cabo Beecroft
B. Jervis
Riverina
Murrumbidgee
Lachlan
Murray
Wagga Wagga
CANBERRA
Monte Bimberi 1912
Australian Capital Territory
Batemans Bay
Albury
Monte Kosciusko 2230
Montes Snowy
Shepparton
Bendigo
Monte Feathertop 1922
Alpes Australianos
Mitchell
AUSTRALIA
Cabo Howe
Ballarat
Melbourne
Geelong
Bahía Port Phillip
Western Port
B. de Venus
B. Waratah
Costa de las 90 mi
Promontorio Wilson
P.N. WILSON'S PROMONTORY
Pta. Sureste
Mar de Tasmania
Isla del Rey
Cabo Wickham
Estrecho de Bass
Pta. Norte
Islas Furneaux
Isla Flinders
I. Cabo Barren
Clarke
Estr. de Banks
Cabo Portland
Isla Three Hummock
Hunter
Cabo Grim
Launceston
Legges Tor 1573
Mt. Ossa 1617
Gran Lago
Puerto de Macquarie
Tasmania
Península de Freycinet
Península de Tasmania
Port Arthur
Hobart
PARQUE NACIONAL HARTZ MOUNTAINS
Puerto Davey
Bruny
Bahía Storm
Cabo Sureste
Isla Sur
Cabo Jackson
Monte Aspiring 3036
Lago Wanaka
Milford Sound
Doubtful Sound
PARQUE NACIONAL FIORDLAND
Lago Wakatipu
Lago Te Anau
Resolution
Cabo Providence
Invercargill
Estrecho de Foveaux
Monte Anglem
Isla Stewart
Ruapuke
Cabo Suroeste
Puerto Pegasus



Escala 1 : 10.000.000 — 0 100 200 300 400 km

Trópico de Cáncer

Islas Marianas del Norte

Islas Marianas

Farallón de Pájaros

Maug

Asunción

Agrihan

Pagan

Alamagan

Guguan

Sarigan

Anatahan

Farallón de Medinilla

Saipan

Tinian

Rota

Agana

Guam (E.U.A.)

11034 Fosa de Challenger

Territorio en Fideicomiso de las Islas del Pacífico (Adm. por E.U.A.)

Wake (E.U.A.)

Johnston (E.U.A.)

Taongi

Islas Marshall

Eniwetok

Bikini

Ailinginae

Rongerik

Rongelap

Utirik

Wotho

Arco Ralik

Arco Ratak

Likiep

Ailuk

Kwajalein

Wotje

Ujae

Lae

Erikub

Maloelap

Aur

Namu

Majuro

Arno

Ailinglapalap

Uliga

Mili

Namorik

Jaluit

Kili

Ebon

Ujelang

Estados Federados de Micronesia

Micronesia

Gaferut

Namonuito

Islas Hall

Murilo

Faraulep

West Fayu

Pikelot

Fayu

Nomwin

Minto

Olimarao

Lamotrek

Pulap

Islas Truk

Oroluk

Pakin

Kolonia

Ponape

Mokil

Woleai

Ifalik

Elato

Satawal

Puluwat

Kuop

Losap

Islas Senjavin

Pingelap

Eauripik

Pulusuk

Namoluk

Satawan

Islas Mortlock

Ngatik

Kusaie

Islas Carolinas

Nukuoro

Kapingamarangi

Línea internacional de cambio de fecha

Kingman (E.U.A.)

Palmyra

Butaritari

Marakei

Abaiang

Tarawa

BAIRIKI

Islas Gilbert

Maiana

Abemama

Ecuador

Kuria

Aranuka

Nonouti

Banaba

Beru

Tabiteuea

Nukunau

Onotoa

Islas Kingsmill

Tamana

Arorae

MAKWA NAURU

Howland (E.U.A.)

Baker

Winslow

Islas Phoenix

Abariringa

Enderbury

McKean

Birnie

Rawaki

Nikumaroro

Orona

Manra

Carondelet

KIRIBATI

Islas Ninigo

Islas Kaniet

Islas Saint Matthias

Aua

Islas Almirantazgo

Wuvulu

Islas Hermit

Manus

Nueva Hanover

Rambutyo

Islas Tabar

Nueva Guinea

Islas Schouten

Islas Purdy

Archipiélago de Bismarck

Kavieng

Islas Lihir

Sepik

Wewak

Manam

Nueva Irlanda

Islas Tanga

Islas Nuguria

Islas Feni

Karkar

Islas Green

Islas Nukumanu

Madang

Rabaul

Islas Tauu

Cordillera Central

4508

Long

Dumpu

Umboi

Pomio

Buka

Ontong Java

Nueva Bretaña

Bougainville

2743

Kieta

Roncador

Nomad

Goroka

Lae

Mar de Salomón

9140

Panggoe

Choiseul

Santa Isabel

ISLAS SALOMÓN

Kikori

PAPUA NUEVA GUINEA

Fosa de Planet

Nueva Georgia

Islas Salomón

Isla Stewart

Golfo de Papua

Morobe

Islas Trobriand

Vangunu

Auki

Dadali

Malaita

PORT MORESBY

Victoria

4073

Tufi

Woodlark

Guadalcanal

HONIARA

Islas D'Entrecasteaux

Estrecho de Torres

Cabo York

Archipiélago de la Luisiada

Isla Rossel

Isla Tagula

San Cristobal

Kirakira

Rennell

Indispensable Reefs

Islas Reef

Nendo

Islas Duff

Islas Santa Cruz

Utupua

Anuta

Islas Vanikoro

Tikopia

Fataka

Nanumea

Nanumanga

Niutao

Islas Ellice

Nui

Vaitupu

Nukufetau

Funafuti

FUNAFUTI

TUVALU

Nukulaelae

Niulakita

Atafu

Nukunonu

Fakaofo

Islas Tokelau

Rotuma

Wallis y Futuna (Francia)

Mata-Utu

Wallis

Uvéa

Islas Horn

Futuna

Alofi

SAMOA OCCIDENTAL

Savai'i

APIA

Upolu

Swains

Samoa Americana

Islas Samoa

Pago Pago

Tutuila

Islas Manua

(E.U.A.)

Península del Cabo York

Mar del Coral

Gran Barrera de Arrecifes

Islas Torres

Vanoua Lava

Islas Banks

Lakon

VANUATU

Espíritu Santo

Maewo

Luganville

Pentecost

Malekula

Ambrim

Epi

Nuevas Hébridas

VILA

Efate

Erromanga

Aniwa

Futuna

Aneityum

Tana

Huon

Récifs d'Entrecasteaux

Îles Chesterfield (Islas Chesterfield)

Île de Sable

Islas Belep

Récifs de l'Astrolabe

Koumac

Ouvéa

Îles Loyauté (Islas de la Lealtad)

Lifou

Maré

Nouvelle Calédonie (Nueva Caledonia) (Francia)

Nouméa

Isla de los Pinos

Matthew

Hunter

Islas Fiji

Vanua Levu

Islas Ringgold

Yasawa

Koro

Islas Lau

Viti Levu

SUVA

Kandavu

Vatoa

Islas Ono-i-Lau

FIJI

Ceva-i-Ra

Conway Reef

Niuafo'ou

Tafahi

Niuato Putapu

TONGA

Fonualei

Islas Vava'u

Islas Tonga

Islas Ha'apai

Islas Kotu

Islas Nomuka

NUKU'ALOFA

Islas Tongatapu

Ata

Minerva Reefs

10882 Fosa Horton

Trópico de Capricornio

Antiope

Alofi

Niue

Beveridge

Pukapuka

Nassau

Islas Septentrionales

Suvorov

Islas Cook (Nueva Zelanda)

Palmerston

Cairns

Forsayth

Townsville

Ayr

Bowen

Charters Towers

Hughenden

Mackay

Swain Reefs

Queensland

Rockhampton

Gladstone

Bundaberg

Isla Fraser o Gran Sandy

Maryborough

Gran Cordillera Divisoria

Gympie

Roma

Quilpie

Charleville

Dalby

Brisbane

Toowoomba

Ipswich

AUSTRALIA

Cunnamulla

Walgett

Grafton

Bourke

Armidale

Tamworth

Nueva Gales del Sur

Cobar

Dubbo

Maitland

Newcastle

Darling

Parkes

Orange

Sydney

Wollongong

Lachlan

Bathurst

Goulburn

Mildura

Murray

Wagga Wagga

CANBERRA

Albury

Monte Kosciusko

2230

Alpes Australianos

Horsham

Bendigo

Victoria

Ballarat

Geelong

Melbourne

Cabo Howe

Warrnambool

Estr. de Bass

Isla del Rey

Isla Flinders

Is. Furneaux

Smithton

George Town

Devonport

Launceston

Zeehan

Monte Ossa

Tasmania

Hobart

Port Arthur

Cabo Sureste

Is. Norfolk (Aust.)

Kingston

I. Lord Howe (Aust.)

Mar de Tasmania

Raoul

Macauley

Islas Kermadec (Nueva Zelanda)

Curtis

L'Esperance Rock

Fosa Galathea

Islas de los Tres Reyes

Cabo Norte

Whangarei

Isla Gran Barrera

Auckland

Manukau

Bahía de Plenty

Hamilton

Cabo Este

Isla Norte

Tauranga

New Plymouth

Gisborne

Ruapehu

Napier

NUEVA ZELANDA

Estrecho de Cook

Palmerston North

Cabo Farewell

Nelson

WELLINGTON

Westport

Blenheim

Hokitika

Isla Sur

Monte Cook

Christchurch

Alpes del Sur

Haast

Wanaka

Timaru

Bahía de Canterbury

Manapouri

Dunedin

Invercargill

Cabo Oeste

Isla Stewart

Estrecho de Foveaux

Cabo Suroeste

Islas Chatham (N.Z.)

Chatham

Pitt



PROYECCIÓN DE MERCATOR

Escala 1 : 27.000.000

0 500 1000 km

DIVISIÓN POLÍTICA

Escala 1 : 60.000.000

0 1000 2000 km

PORTUGAL, ESPAÑA, ITALIA, ALB., BULGARIA, TURQUÍA, GRECIA, MALTA, CHIPRE, LÍBANO, SIRIA, IRAQ, IRÁN (PERSIA), ISRAEL, JORDANIA, KUWAIT, BAHREIN, QATAR, UNIÓN DE EMIRATOS ÁRABES, OMÁN, ARABIA SAUDÍ, YEMEN, Azores (PORT.), Madeira (PORT.), Islas Canarias (ESP.), MARRUECOS, TUNICIA, ARGELIA, LIBIA, EGIPTO, Sahara Occidental, MAURITANIA, CABO VERDE, SENEGAL, GAMBIA, GUINEA-BISSAU, GUINEA, SIERRA LEONA, LIBERIA, COSTA DE MARFIL, MALI, BURKINA FASO, GHANA, TOGO, BENÍN, NÍGER, NIGERIA, CHAD, SUDÁN, ETIOPÍA, DJIBOUTI, SOMALIA, Socotora, CAMERÚN, REPÚBLICA CENTROAFRICANA, GUINEA ECUATORIAL, SANTO TOME Y PRÍNCIPE, GABÓN, CONGO, ZAIRE, UGANDA, KENIA, RUANDA, BURUNDI, TANZANIA, SEYCHELLES, Annobón (GUINEA ECU.), Cabinda, I. Ascensión (R.U.), ANGOLA, ZAMBIA, MALAWI, MOZAMBIQUE, COMORES, ZIMBABWE, MADAGASCAR, MAURICIO, Reunión (FR.), Santa Elena (R.U.), NAMIBIA, BOTSWANA, Walwis Bay (R. SUDAFR.), SWAZILAND, LESOTHO, REPÚBLICA SUDAFRICANA, Ecuador

POBLACIÓN

Distribución de la población 1985

- • 500.000 habitantes
- ● 5 La cifra indica la población (ciudades con suburbios) en millones
- Deshabitado (menos de 1 habitante por Km²)

Crecimiento de la población por países 1975-85

%
50
40
30
20
10
0

Media de África: 29%

Madrid 3, Roma 3, Istanbul 3, Ankara, Atenas 3, Teherán, Casablanca 3, Bagdad 3, Alejandría 3, El Cairo 10, Kinshasa, Johannesburg

Madeira (Port.), Islas Canarias (Esp.), Las Palmas, Santa Cruz, Sevilla, Cádiz, ESPAÑA, Estr. de Gibraltar, Gibraltar, Tánger, Ceuta (Esp.), Kenitra, RABAT, Casablanca, Fez, Meknés, Safi, Marrakech, MARRUECOS, Agadir, Toubkal, El Aaiún, Tindouf, Sahara Occidental, Dakhla, Río de Oro, Cabo Blanco, Nouadhibou, Atar, Trópico de Cáncer, MAURITANIA, NOUAKCHOTT, Saint-Louis, Cabo Verde, DAKAR, SENEGAL, Río Senegal, Thiès, Kaolack, BANJUL, GAMBIA, Tambacounda, Ziguinchor, BISSAU, GUINEA-BISSAU, Kayes, Nara, Tombouctou, Mopti, MALI, Río Níger, Ségou, BAMAKO, GUINEA, Mamou, Kankan, CONAKRY, FREETOWN, SIERRA LEONA, Nimba, COSTA DE MARFIL, Man, Bouaké, Daloa, MONROVIA, LIBERIA, Buchanan, ABIDJAN, Cabo Palmas, BURKINA FASO, OUAGADOUGOU, Koudougou, Bobo Dioulasso, Bolgatanga, Tamale, Río Volta, GHANA, TOGO, Kumasi, Koforidua, ACCRA, Sekondi-Takoradi, Golfo de, Ecuador, OCÉANO ATLÁNTICO, I. Ascensión (R.U.), Santa Elena (R.U.), Trópico de Capricornio

© ESSELTE MAP SERVICE



ARGEL
TUNEZ
Palermo
Catania
VALLETTA
MALTA
Mar Mediterráneo
ATENAS
GRECIA
Creta
ANKARA
TURQUÍA
NICOSIA
CHIPRE
SIRIA
LIBANO
BEIRUT
DAMASCO
ISRAEL
Tel Aviv-Yafo
AMMÁN
JORDANIA
JERUSALÉN
TEHERÁN
IRÁN
BAGDAD
IRAQ
KUWAIT
BAHREIN
MANAMAH
DOHA
QUATAR
UNIÓN DE EMIRATOS ÁRABES
MASCATE
OMÁN
Nafud
ARABIA SAUDÍ
RIYADH
Yiddah
LA MECA
Rub al Khali
YEMEN
ADEN
Golfo de Adén
Socotora
DJIBOUTI
TRIPOLI
Bengasi
Tripolitania
Cirenaica
LIBIA
Fezzan
Desierto Líbico
Alejandría
Port Said
El Giza
El Cairo
EGIPTO
Lago Nasser
Desierto de Nubia
Nubia
Mar Rojo
Ahaggar
Tibesti
Macizo de Aïr
NÍGER
CHAD
Lago Chad
N'DJAMENA
SUDÁN
Omdurmán
JARTUM
Asmara
ADDIS-ABEBA
ETIOPÍA
Macizo Etiópico
Ogaden
SOMALIA
MOGADISCIO
NIGERIA
Kano
LAGOS
Port Harcourt
CAMERÚN
YAUNDÉ
REPÚBLICA CENTRO AFRICANA
BANGUI
Oubangui-Chari
GUINEA ECUATORIAL
SANTO TOMÉ Y PRÍNCIPE
GABÓN
CONGO
BRAZZAVILLE
KINSHASA
ZAIRE
Kisangani
Lago Alberto
UGANDA
KAMPALA
Lago Victoria
KENIA
NAIROBI
Lago Turkana
RUANDA
BURUNDI
Lago Tanganica
TANZANIA
Mombasa
DAR ES SALAAM
OCÉANO ÍNDICO
SEYCHELLES
Islas Almirantes
Islas Aldabra
COMORES
LUANDA
ANGOLA
Shaba
Lubumbashi
ZAMBIA
LUSAKA
Lago Malawi
HARARE
ZIMBABWE
MOZAMBIQUE
Canal de Mozambique
MADAGASCAR
ANTANANARIVO
MAURICIO
PORT LOUIS
Reunión (Francia)
NAMIBIA
WINDHOEK
Desierto de Namibia
BOTSWANA
Desierto de Kalahari
PRETORIA
Johannesburg
MAPUTO
SWAZILAND
LESOTHO
Durban
REP. SUDAFRICANA
CIUDAD DEL CABO
Port Elizabeth
Trópico de Capricornio
Trópico de Cáncer
PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA DE MILLER
Escala 1 : 25.000.000
0 500 1000 km

Altura sobre el nivel del mar en metros

2000
1000
500
200
0

Profundidad en metros

0
200
2000
4000

Tierra situada por debajo del nivel del mar

RELIEVE

Casablanca
Argel
Trípoli
El Cairo
Bagdad
In Salah
Sahara
Ahaggar
Tibesti
Dakar
Jartum
Macizo de Etiopía
Addis Abeba
Lagos
Cuenca del Congo
Kilimanjaro
Kinshasa
Dar es Salaam
Lubumbashi
OCÉANO ATLÁNTICO
Desierto de Kalahari
Johannesburg
Drakensberg
Ciudad de El Cabo
Escala 1 : 90 000 000

PRECIPITACIONES ANUALES, CORRIENTES OCEÁNICAS

Escala 1 : 90 000 000

Precipitaciones anuales (mm)

2000
1000
500
100
0

Corriente oceánica fría (en la superficie en Julio)

Corriente oceánica cálida (en la superficie en Julio)

TEMPERATURAS, VIENTOS

Enero

Escala 1 : 90 000 000

−10 −5 0 +5 +10 +20 +30° C

Temperatura media diaria (temperaturas reales)

Dirección de los vientos dominantes

Calmas ecuatoriales

PRODUCCIONES AGRARIAS

10 5 1% de la producción mundial promedio 1977–81

Trigo, centeno
Maíz
Arroz
Mijo, sorgo
Caucho natural
Anacardo
Copra
Cacahuetes
Aceite de palma
Uvas
Cítricos
Plátanos
Dátiles
Café
Cacao
Té
Tabaco
Azúcar de caña
Azúcar de remolacha
Algodón

10 5 Millones de cabezas

Ganado vacuno
Ganado ovino

Tierra cultivable
Pastos
Explotaciones forestales
Otros bosques
Principales zonas de pesca
Otras zonas de pesca
Tierras no productivas

Basado en las estadísticas de la ONU

Argel
Casablanca
Islas Canarias
Trípoli
El Cairo
Bagdad
In Salah
Trópico de Cáncer
Riyadh
Dakar
Jartum
Addis Abeba
Lagos
Ecuador
Kinshasa
Dar es Salaam
Lubumbashi
Madagascar
Mauricio
Trópico de Capricornio
Johannesburg
Ciudad de El Cabo

Escala 1 : 50.000.000

0 1000 2000 km

TEMPERATURAS, VIENTOS
Julio



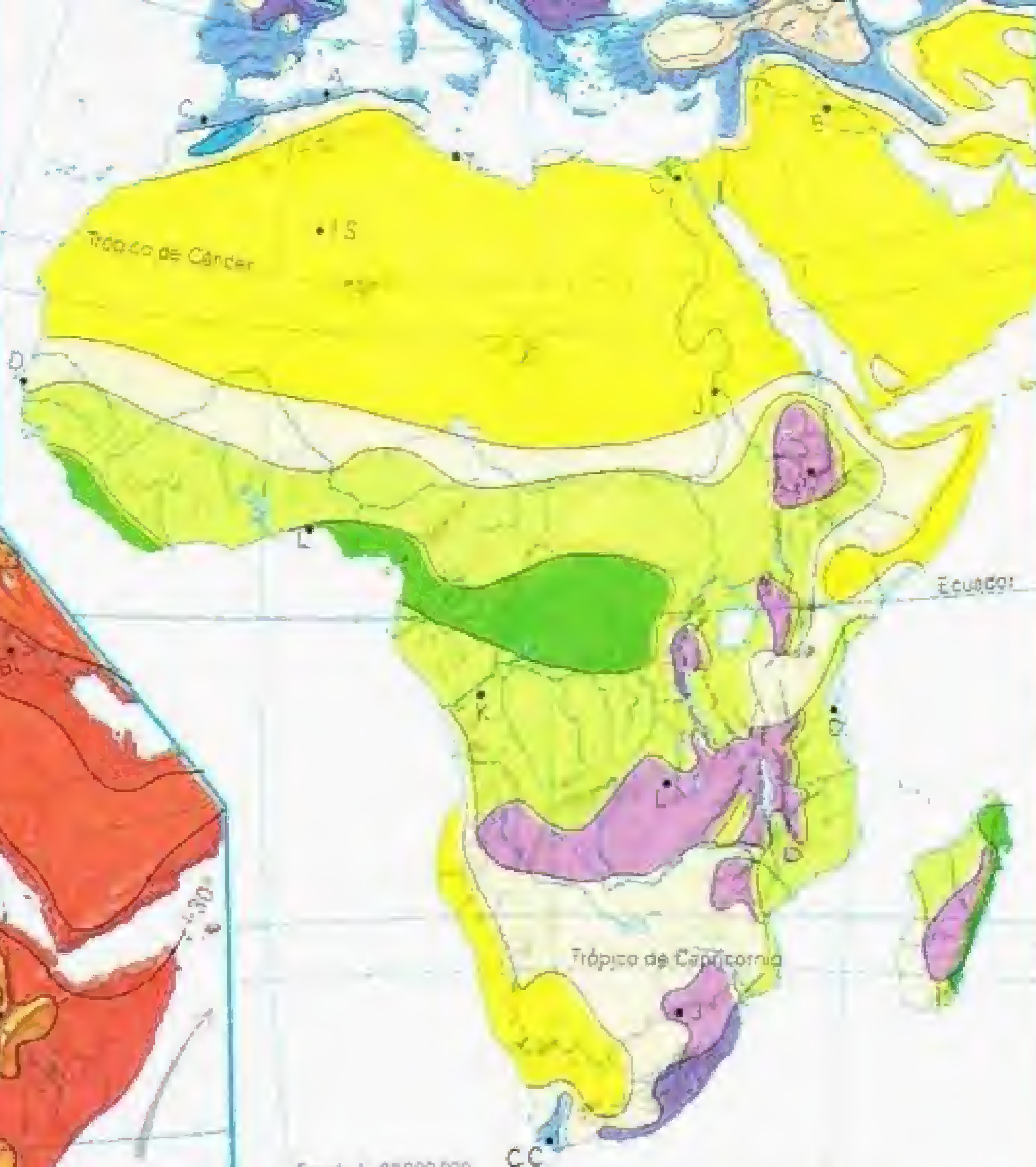
0 +5 +10 +20 +30 +40°C

Temperatura media diaria (temperaturas reales)

Dirección de los vientos dominantes

Calmas ecuatoriales





CLIMA EN RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS (REGIONES AGRÍCOLAS)
(según Köppen y otros)

Climas tropicales húmedos
- Clima de bosque tropical lluvioso
- Clima de sabana

Climas secos
- Clima de estepa
- Clima desértico

Climas continentales:
- Con precipitaciones en todas las estaciones

Climas marítimos:
- con veranos secos
- con inviernos secos
- con precipitaciones en todas las estaciones

Climas fríos:
- Climas ártico y alpino



SUELOS (según Glinka, Marbu y otros)

- Suelos pardos
- Suelos lateríticos
- Suelos de estepa
- Chernozem
- Suelos castaño de estepa
- Suelos tropicales y subtropicales
- Suelos alpinos

PRODUCCIÓN ENERGÉTICA Y MINERAL

de la producción mundial
10 5 1% promedio 1977–81

FUENTES DE ENERGÍA

- Petróleo
- Gas natural
- Carbón
- Electricidad de origen: térmico, nuclear, hidroeléctrico
- Uranio
- Oleoducto
- Gaseoducto

MINERALES

- Fe Hierro
- Ag Plata
- Au Oro
- Cu Cobre
- Pb Plomo
- Sn Estaño
- Zn Zinc
- Al Bauxita
- P Fosfatos
- Diamantes
- Metales aleables (manganeso, cobalto, cromo, vanadio, tungsteno)

Los símbolos muestran solamente la localización de los yacimientos

Región industrial

Basado en las estadísticas de la ONU

ESPAÑA, ITALIA, GRECIA, TURQUÍA, CHIPRE, SIRIA, LÍB., IRAQ, IRÁN, KUWAIT, QATAR, OMÁN, ARABIA SAUDÍ, YEMEN, MARRUECOS, TÚNICIA, ARGELIA, LIBIA, EGIPTO, SAHARA OCCIDENTAL, MAURITANIA, MALÍ, NÍGER, CHAD, SUDÁN, ETIOPÍA, SOMALIA, SENEGAL, GAMBIA, G.B., GUINEA, S.L., LIBERIA, COSTA DE MARFIL, GHANA, BURKINA FASO, T., B., NIGERIA, CAMERÚN, REPÚBLICA CENTROAFRICANA, UG., KENIA, GABÓN, CONGO, ZAIRE, R., B., TANZANIA, ANGOLA, ZAMBIA, M., ZIMBABWE, MOZAMBIQUE, MADAGASCAR, NAMIBIA, BOTSWANA, REPÚBLICA SUDAFRICANA

Khouribga, Hassi R'mel, Qafsah, Hassi-Messaoud, Edjeleh, Zaltan, As Sarir, F'derik, Agha Jari, Burgan, Ghawar, Arlit, Jos, Nimba, Delta del Níger, Cabinda, Shaba (Katanga), Maniema, Copper Belt, Tsumeb, Gwelo, Witwatersrand


Ecuador
Trópico de Capricornio
20°, 30°, 40°, 0°

Escala 1 : 50.000.000
0 1000 2000 km

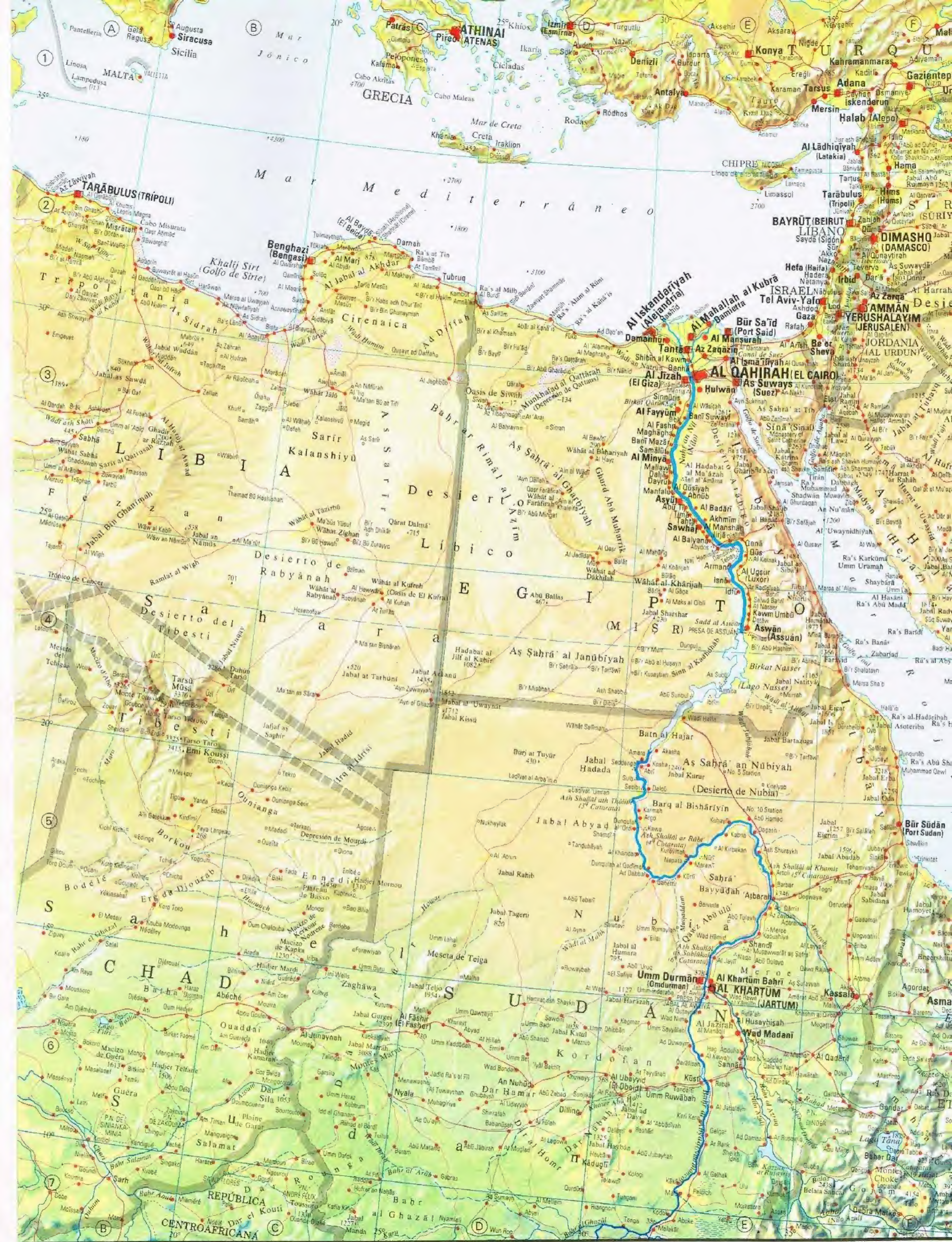
PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA DE MILLER



Escala 1 : 10.000.000



ITALIA
Cerdeña
Palermo
Messina
Reggio di Calabria
Sicilia
Catania
Siracusa
Trapani
Marsala
Agrigento
Gela
Ragusa
Cabo Passero
Pantelleria
MALTA
Linosa
Lampedusa
Mar Jónico
Peloponeso
Kalámai
Cabo Akritas
GRECIA
Cabo Maleás
Mar de Creta
Creta
Iraklion
Khania
Rodas
Mar Mediterráneo
AL JAZĀ'IR (ARGEL)
Blida
Sétif
Jijel
Skikda
Annaba
Constantina
Batna
Biskra
TUNEZ
TUNICIA
Sūsa
Sfax
Gabès
Djerba
Golfo de Gabès
Ech Cheliff
Laghouat
Ghardaïa
Ouargla
Touggourt
El Oued
Chott Melrhir
Chott el Djerid
TARĀBULUS (TRIPOLI)
Jabal Nafusah
Tripolitania
Khalij Sirt (Golfo de Sirte)
Benghazi (Bengasi)
Al Jabal al Akhdar
Darnah
Tubruq
Cirenaica
Al Bayda (El Beida)
As Sidrah
Gran Erg Oriental
Al Hamādah al Hamrā'
Hamādat Tinghart
Idhán Awbāri
Sabhā
Fezzan
Dunas de Murzuq
LIBIA
Sarir Kalanshiyū
As Sarir
Desierto Líbico
EGIPTO
Oasis de Siwah
Desierto de Rabyānah
Al Kufrah
Trópico de Cáncer
Jabal Arkanū
Jabal al Uwaynat
Sahara
Desierto del Tibesti
Tibesti
Emi Koussi
Tarso Toon
Meseta del Djado
Tassili N-Ajjer
Ahaggar
Hoggar
Monte Tahat
Tamanrasset
Meseta de Tademaït
Gran Erg Occidental
Adrar des Iforas
Aïr
(Azbine)
Agadez
Erg de Ténéré
Gran Erg de Bilma
Bilma
Desierto de Tafassasset
Erg Brusset
Kaouar
NIGER
Ennedi
Borkou
Ouniangu
Bodélé
Erg du Djourab
Depresión de Mourdi
Abéché
Ouaddai
CHAD
Kanem
Lago Chad
N'DJAMENA
Batha
Guéra
Salamat
Bagirmi
SUDÁN
Al Junaynah
Dar Sila
REPÚBLICA CENTROAFRICANA
Dar el Kouti
NIAMEY
Zinder
Maradi
Sokoto
Katsina
Kano
Zaria
Kaduna
Jos
Bauchi
Maiduguri
Bornu
Potiskum
Yola
Garoua
CAMERÚN
Moundou
NIGERIA
BENIN
Parakou
Ilorin
Niger
Benue
149

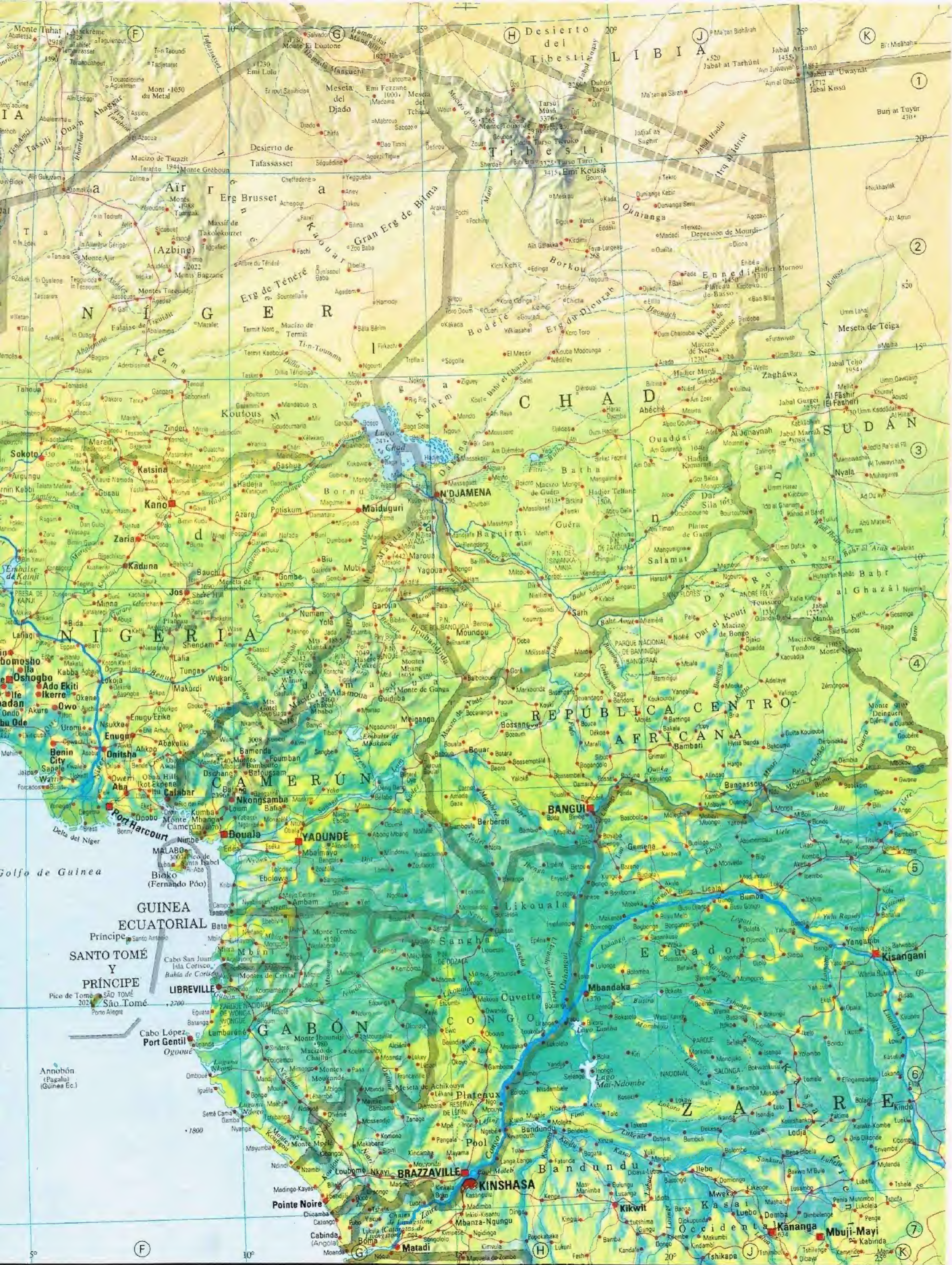

Mar Mediterráneo
Mar Jónico
Sicilia
Siracusa
MALTA
GRECIA
ATHINAI (ATENAS)
Pireo
Patras
Peloponeso
Cícladas
Mar de Creta
Creta
Iraklion
Rodas
T U R Q U
Izmir (Esmirna)
Konya
Antalya
Adana
Tarsus
Mersin
Iskenderun
Halab (Alepo)
Gaziantep
Al Lādhiqīyah (Latakia)
CHIPRE
Limassol
Tarābulus (Trípoli)
Hims (Homs)
Hama
BAYRŪT (BEIRUT)
LIBANO
Saydā (Sidón)
DIMASHQ (DAMASCO)
ISRAEL
Tel Aviv-Yafo
Haifa
Irbid
Gaza
Az Zarqā
'AMMĀN
YERUSHALAYIM (JERUSALEN)
JORDANIA (AL URDUN)
TARĀBULUS (TRÍPOLI)
Az Zāwiyah
Misrātah
Cabo Misurata
Benghazi (Bengasi)
Khalīj Surt (Golfo de Sirte)
Tripolitania
As Sidrah
Al Bayḍā (El Beida)
Darnah
Tubruq
Cirenaica
Al Jabal al Akhḍar
L I B I A
Fezzan
Sabhā
Sarīr Kalanshiyū
As Sarīr
Desierto Líbico
Desierto de Rabyānah
Trópico de Cáncer
Sahara
Desierto del Tibesti
Tibesti
Emi Koussi
Ounianga
Borkou
Ennedi
Bodélé
Erg du Djourab
CHAD
Abéché
Ouaddaï
Batha
Guéra
Salamat
REPÚBLICA CENTROAFRICANA
Al Iskandarīyah (Alejandría)
Al Maḥallah al Kubrā
Damietta
Būr Sa'īd (Port Said)
Al Manṣūrah
Ṭanṭā
Az Zaqāzīq
Al Ismā'īlīyah
AL QAHIRAH (EL CAIRO)
Al Jīzah (El Giza)
As Suways (Suez)
Ḥulwān
Al Fayyūm
Banī Suwayf
Al Minyā
Asyūṭ
Sawhāj
Qinā
Al Uqṣur (Luxor)
Aswān (Assuan)
Sadd al Aswān (PRESA DE ASUÁN)
Birkat Nasser (Lago Nasser)
Nahr an Nīl (Nilo)
Oasis de Siwah
Munkhafaḍ al Qaṭṭārah (Depresión de Qattara)
Baḥr ar Rimāl al 'Aẓīm
As Ṣaḥrā' al Gharbīyah
Wāḥat al Farāfirah
Wāḥat ad Dākhilah
Wāḥat al Khārijah
As Ṣaḥrā' al Janūbīyah
Jabal al 'Uwaynāt
E G I P T O (M I S R)
Sīnā' (Sinaí)
As Ṣaḥrā' ash Sharqīyah
Baṭn al Ḥajar
As Ṣaḥrā' an Nūbīyah (Desierto de Nubia)
Barq al Bishārīyīn
Ṣaḥrā' Bayyūḍah
Jabal Abyaḍ
Būr Sūdān (Port Sudan)
'Aṭbarah
Kassalā
Umm Durmān (Omdurman)
AL KHARṬŪM (JARTUM)
Al Kharṭūm Baḥrī
Wad Madanī
Al Jazīrah
S U D A N
Kordofan
Al Ubayyiḍ (El Obeid)
Dar Hamar
Dar Nūbah
Al Fāshir (El Fasher)
Jabal Marrah
Nyala
Bahr al Arab
Bahr al Ghazāl
Kūstī
Sannār
Ḥejaz
Lago Tana
Asmara
Bahr Dar




Mar Caspio
TEHRAN
(TEHERAN)
Rey
Desierto de Kavir
Khorāsān
AFGANISTAN
Herāt
Al Mawsil
(Mosul)
Kirkūk
BAGHDĀD
(BAGDAD)
Hamadān
Qom
Eşfahān
(Isfahan)
Yazd
Kermān
Shīrāz
Ahvāz
Khuzestān
Abādān
Al Başrah
(Basora)
An Nāşirīyah
An Najaf
Karbalā'
Al Ḥillah
Al 'Amārah
KUWAIT
AL KUWAYT
(KUWAIT)
Būshehr
Golfo Pérsico
BAHREIN
MANAMA
QATAR
AD DAWHAH
(DOHA)
Costa de los Piratas
UNIÓN DE EMIRATOS ÁRABES
Dubayy
Estrecho de Ormuz
Bandar-e 'Abbās
Golfo de Omán
MASQAT (MASCATE)
Trópico de Cáncer
Baluchistān
Makran
Zāhedān
AR RIYĀḌ
(RIYADH)
ARABIA SAUDÍ
(AL 'ARABIYAH AS SU'ŪDIYAH)
Al Madīnah
(Medina)
Makkah
(La Meca)
At Ṭā'if
Ar Rub al Khālī
OMÁN
Maşīrah
Golfo de Maşīrah
Ḥaḍramawt
YEMEN
ṢAN'Ā'
Al Ḥudaydah
(Hodeida)
Al Mukallā
BALADĪYAT 'ADAN
(ADEN)
Golfo de Aden
DJIBOUTI
Suquṭrā (Socotora)
(R.D.P. Yemen)
Ra's Asir
(Cabo Guardafui)
SOMALIA
OCÉANO
ÍNDICO
Jazā'ir Khurīyā Murīyā
(Islas Kuria Muria)
Archipiélago Dahlak
Llanura de Danakil



MAURITANIA
NOUAKCHOTT
Nouadhibou
Cabo Blanco
Isla Tidra
Cabo Timiris
Saint-Louis
DAKAR
SENEGAL
GAMBIA
BANJUL
BISSAU
GUINEA-BISSAU
Archipiélago de Bissagos
GUINEA
CONAKRY
SIERRA LEONA
FREETOWN
MONROVIA
LIBERIA
COSTA DE MARFIL
ABIDJAN
Bouaké
GHANA
ACCRA
Kumasi
Sekondi-Takoradi
TOGO
LOMÉ
BENIN
MALI
BAMAKO
Ségou
Mopti
BURKINA FASO
OUAGADOUGOU
Bobo Dioulasso
NIAMEY
Niger
Adrar des Iforas
Tanezrouft
El Khnâchîch
Erg Atouila
El Djouf
Aklé Aouana
Hodh
Affollé
Adafer
Fouta Djallon
Zarma
Montes Timétrine
Azaouad
Golfo de Benin
Costa de Marfil
Costa de Oro
Costa de la Pimienta
Cabo Palmas
OCÉANO ATLÁNTICO
Ecuador
CABO VERDE
Santo Antão
São Vicente
Mindelo
Santa Luzia
São Nicolau
Sal
Boa Vista
Maio
São Tiago
Fogo
Brava
PRAIA
© ESSELTE MAP SERVICE



Escala 1 : 10.000.000 0 100 200 300 400 km


CHAD
SUDÁN
REPÚBLICA CENTROAFRICANA
ZAIRE
CONGO
UGANDA
RUANDA
BURUNDI
ANGOLA
ZAMBIA
TANZA
N'DJAMENA
BANGUI
BRAZZAVILLE
KINSHASA
LUANDA
AL KHARTUM
(JARTUM)
Umm Durmān
(Omdurman)
Al Khartūm Bahri
KAMPALA
BUJUMBURA
KIGALI
Kisangani
Mbandaka
Kananga
Mbuji-Mayi
Lubumbashi
Kikwit
Bukavu
Matadi
Likasi
Kolwezi
Ennedi
Borkou
Kanem
Batha
Guéra
Salamat
Ouaddaï
Baguirmi
Darfur
Kordofan
Nubia
Sahara
Meroe
Jonglei
Al Iglim al Janubiyah
Alto Zaire
Ecuador
Kivu
Shaba
Bandundu
Kasai Occidental
Likouala
Sangha
Cuvette
Plateaux
Pool
Lunda Norte
Cuanza Norte
Lago Chad
Lago Victoria
Lago Tanganika
Lago Kyoga
Lago Mweru
Lago Mai-Ndombe
Lago Tumba
Meseta de Teiga
Depresión de Mourdi
Erg du Djourab
Monte de Ganga
Zaire
Wad Madani
Kassala
Al Jazirah
Al Ubayyid (El Obeid)
Juba
Bangassou
Bambari
Bouar
Gemena
Yangambi
Kigoma
Tabora
Mbeya
Jinja
Gulu
© ESSELTE MAP SERVICE



YEMEN
SAN'A'
Hadramawt
Ramlat as Sab'atayn
Al Mukallā
Al Hudaydah (Hodeida)
Ta'izz
BALADIYAT 'ADAN (ADEN)
Shaykh 'Uthmān
Golfo de Aden
Bab al Mandab
Mar Rojo
Archipiélago Dahlak
Jazā'ir Farasān
Kamarān
Asmara
Massawa
Keren
Eritrea
Assab
DJIBOUTI
Llanura de Danakil
Tigre
Ras Dashan
Makale
ADDIS ABEBA
ETIOPÍA
Meseta de Abisinia
Harar
Diredawa
Jimma
Sidamo
Bale
Lago Turkana (Lago Rodolfo)
Lago Stefanie
Ogaden
Haud
Harargé
SOMALIA
MUQDISHO (MOGADISCIO)
Marka
Kismāyu
Hargeysa
Berbera
Migiurtinia
Nugāl
Mudug
Ra's Asir (Cabo Guardafui)
Ra's Hāfūn
Ra's el Cheil
Suquṭrā (Socotora)
Abd al Kūri
Al Ikhwān
Jabal Hajhir
Ra's Fartak
Webbe Shibeli
Juba
Llanura de Awara
Llanura de Bilesha
Llanura de Ngangerabeli
Desierto de Chalbi
KENIA
NAIROBI
Monte Kenia
Nanyuki
Kilimanjaro
Lamu
Isla Pate
Isla Manda
Malindi
Mombasa
Kilindini
Tanga
Isla Pemba
Chake Chake
Zanzibar
Isla Zanzibar
DAR ES SALAAM
Isla Mafia
Lindi
Mtwara
Mikindani
Cabo Delgado
Islas Quirimba
Estepas Masai
Ra's Chiamboni
Islas Bajun
Ecuador
OCÉANO ÍNDICO
SEYCHELLES
Praslin
La Digue
Silhouette
VICTORIA
Islas Africanas
Eagle
Saint Joseph
Islas Almirante (Sey.)
Is. Poivre
I. Desroches
I. des Noefs
Platte
Alphonse
Bijoutier
St. François
Coetivy (Sev.)
Providence
Saint Pierre
Cerf
Islas Aldabra (Sey.)
Assumption
Islas Cosmoledo
Astove
Islas Farquhar
Escala 1 : 10.000.000
0 100 200 300 400 km


LUANDA
Zaire
Cuanza Norte
Malanje
Lunda Norte
Lunda Sul
Cuanza Sul
Huambo
Benguela
Lobito
A N G O L A
Bié
Moxico
Huíla
Lubango
Cunene
Cuando Cubango
Z A I R E
Shaba
Lubumbashi
Likasi
Kolwezi
Chingola
Mufulira
Kitwe
Ndola
Luanshya
Copperbelt
Kabwe
LUSAKA
Z A M B I
Mongu
Barotseland
Livingstone (Maramba)
Hwange
Z I M B
Bulawayo
Matabeleland
Ovamboland
Etosha Pan
N A M I B I A
Damaraland
WINDHOEK
Walvis Bay (Rep. Sudafr.)
Desierto de Namib
Namaland
Mts. Tiras
Tsodilo Hills
Ngamiland
Makgadikgadi Pan (Makarikari)
B O T S W A N A
Kalahari
Francistown
Serowe
GABORONE
Kanye
Mochudi
Molepolole
Transvaal
PRETORIA
Johannesburg
Vereeniging
Krugersdorp
Carletonville
Vanderbijlpark
Klerksdorp
Welkom
Kimberley
Bloemfontein
Estado Libre de Orange
LESOTHO
MASERU
Pietermaritzburg
Upington
Namaqualand
Bushman Land
REPÚBLICA SUDAFRICANA
Provincia de El Cabo
Karroo
Queenstown
East London
Grahamstown
Port Elizabeth
Uitenhage
CIUDAD DE EL CABO
Cabo de Buena Esperanza
Cabo Agulhas
Stellenbosch
Worcester
O C É A N O   A T L Á N T I C O
Trópico de Capricornio
Cabo Frío
Cabo Cross
Lüderitz
Bahía de Lüderitz
Oranjemund
Bahía de Santa Elena
Kalahari Central
Limpopo
Okavango
Orange
Vaal
Tshikapa
Kariba
Transkei
10°
15°
20°
25°
30°
A
B
C
D
1
2
3
4
5
6
© ESSELTE MAP SERVICE



Escala 1 : 10.000.000 0 100 200 300 400 km





Mar de Bering

Estrecho de Bering

I. San Lorenzo

Islas Pribilof

Islas Aleutianas

Fosa de las Aleutianas

Bahía de Bristol

Península de Alaska

Isla Kodiak

Golfo de Alaska

R. Yukón

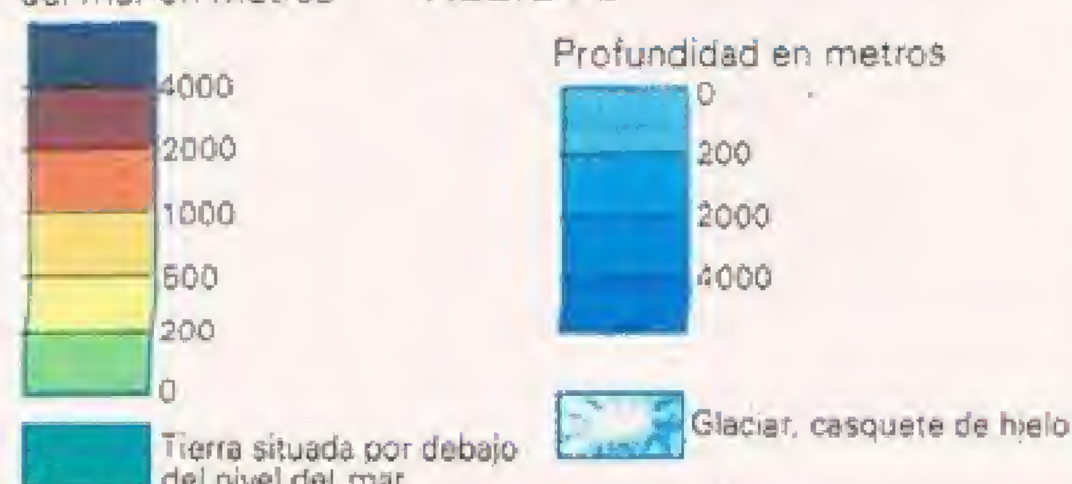
Trópico de Cáncer

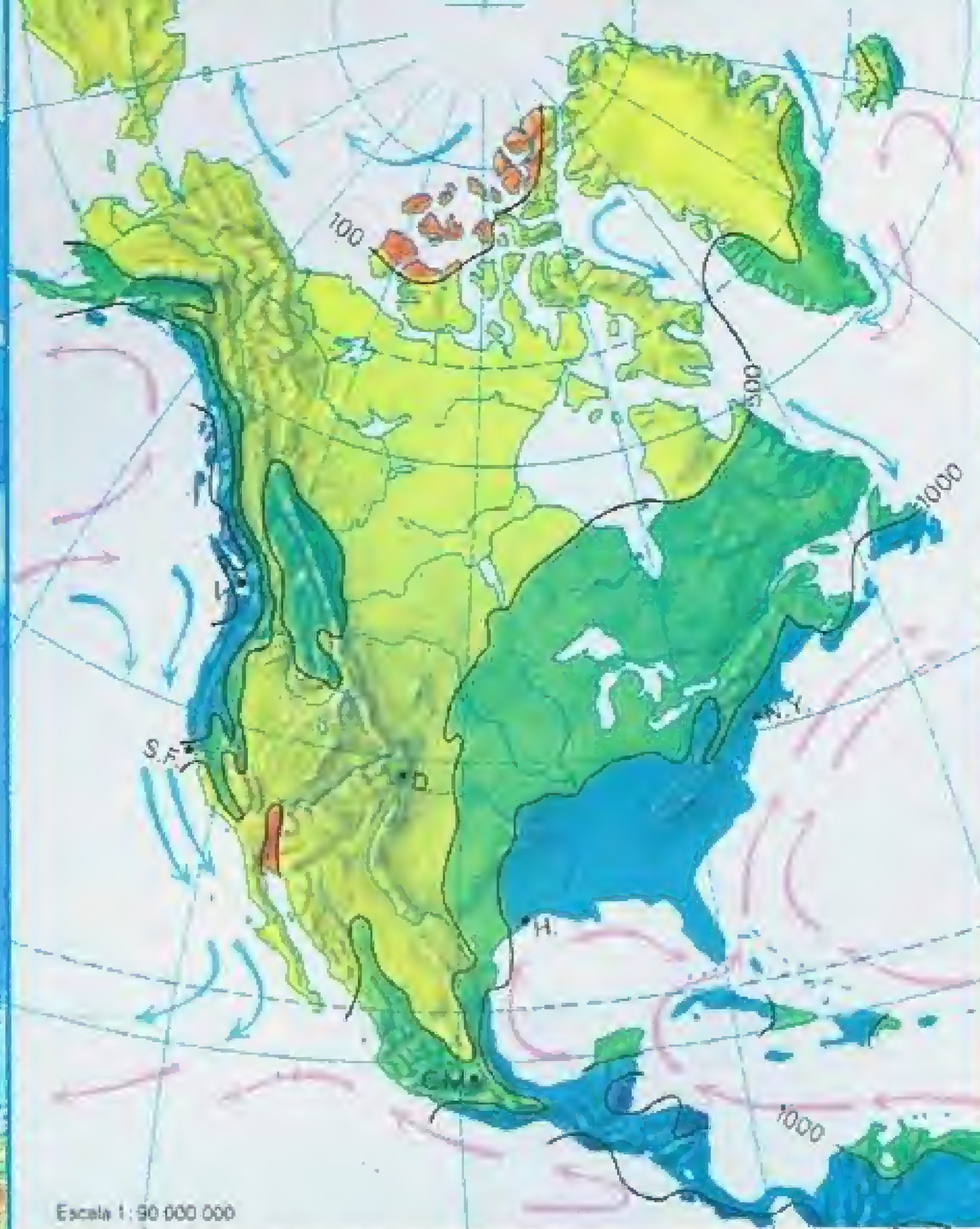
O C É A N O P A C Í F I C O



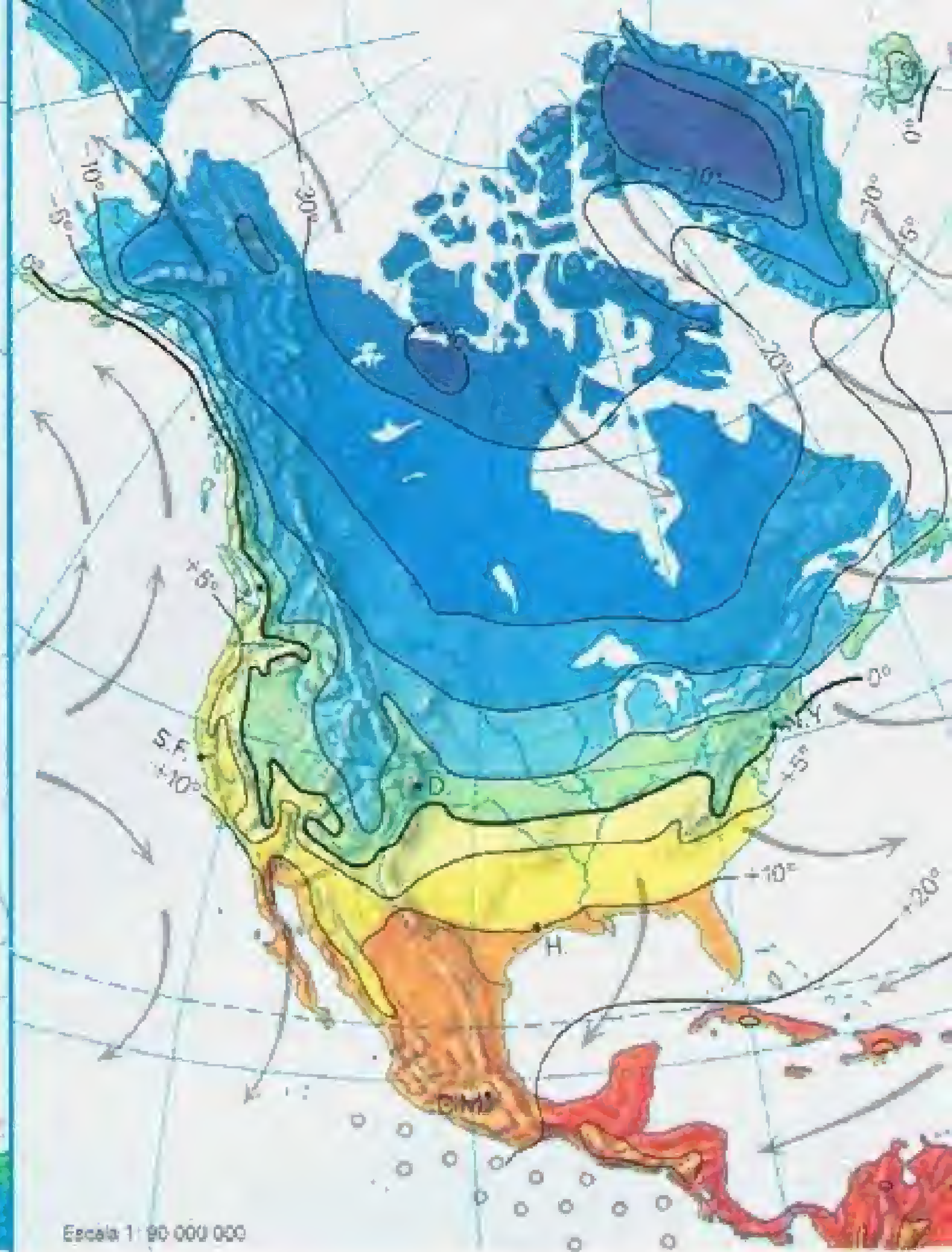
Groenlandia
(DINAMARCA)
Mar de Beaufort
Ellesmere
Axel Heiberg
Islas Sverdrup
Islas de la Reina Isabel
Polo Norte Magnético (1980)
Archipiélago de Parry
Príncipe Patricio
Melville
Banks
Devon
Somerset
Príncipe de Gales
Victoria
Pen. de Boothia
Península de Melville
Bahía de Baffin
Estrecho de Davis
Tierra de Baffin
Territorios del Noroeste
Cuenca de Foxe
Southampton
Estrecho de Hudson
Península de Ungava
Mar de Labrador
Terranova y Labrador
Bahía de Hudson
Islas Belcher
Gran Lago del Oso
Gran Lago del Esclavo
Lago Athabasca
Lago Reindeer
Lago Winnipeg
Lago Manitoba
C A N A D Á
Alberta
Saskatchewan
Manitoba
Ontario
Québec
Labrador
Terranova
Golfo de San Lorenzo
Nueva Escocia
Nuevo Brunswick
St. Pierre y Miquelon (Fr.)
Yukón
Montes Mackenzie
Columbia Británica
Isla Vancouver
Edmonton
Calgary
Vancouver
Seattle
Portland
Winnipeg
Lago Superior
Lago Michigan
Lago Hurón
Montreal
OTTAWA
Québec
Toronto
Boston
Nueva York
Filadelfia
WASHINGTON
Baltimore
Detroit
Chicago
Minneapolis
St. Paul
Milwaukee
Cleveland
Pittsburgh
Indianápolis
Cincinnati
Louisville
St. Louis
Kansas City
Omaha
Denver
Wichita
Oklahoma City
Tulsa
Dallas
Fort Worth
Houston
San Antonio
Austin
Nueva Orleans
Memphis
Nashville
Atlanta
Birmingham
Charlotte
Norfolk
Jacksonville
Tampa
Miami
Sacramento
Oakland
San José
Los Angeles
Long Beach
San Diego
Tijuana
Mexicali
Phoenix
Tucson
Albuquerque
El Paso
Ciudad Juárez
ESTADOS UNIDOS
(USA)
Gran Cuenca
Gran Lago Salado
Gran Llanura
Montañas Rocosas
Sierra Nevada
Golfo de California
Baja California
Hermosillo
Chihuahua
Monterrey
Culiacán
MÉXICO
San Luis Potosí
Aguascalientes
León
Guadalajara
CIUDAD DE MÉXICO
Veracruz
Puebla
Acapulco
Sierra Madre Occidental
Sierra Madre Oriental
Sierra Madre del Sur
Golfo de México
Bahía de Campeche
Yucatán
Mérida
Canal de Yucatán
LA HABANA
CUBA
BAHAMAS
NASSAU
Hispaniola
HAITÍ
PUERTO PRÍNCIPE
REPÚBLICA DOMINICANA
SANTO DOMINGO
Puerto Rico (E.U.A.)
San Juan
JAMAICA
KINGSTON
Grandes Antillas
Mar Caribe
OCÉANO ATLÁNTICO
Islas Bermuda (R.U.)
Trópico de Cáncer
GUATEMALA
BELICE
HONDURAS
TEGUCIGALPA
EL SALVADOR
SAN SALVADOR
NICARAGUA
MANAGUA
COSTA RICA
SAN JOSÉ
PANAMÁ
Istmo de Tehuantepec
Fosa de Guatemala
Is. Revillagigedo (México)
VENEZUELA
CARACAS
Maracaibo
COLOMBIA
BOGOTÁ
Medellín
Barranquilla
Cartagena
PROYECCIÓN BIPOLAR DE MILLER
Escala 1 : 25.000.000
0 500 1000 km



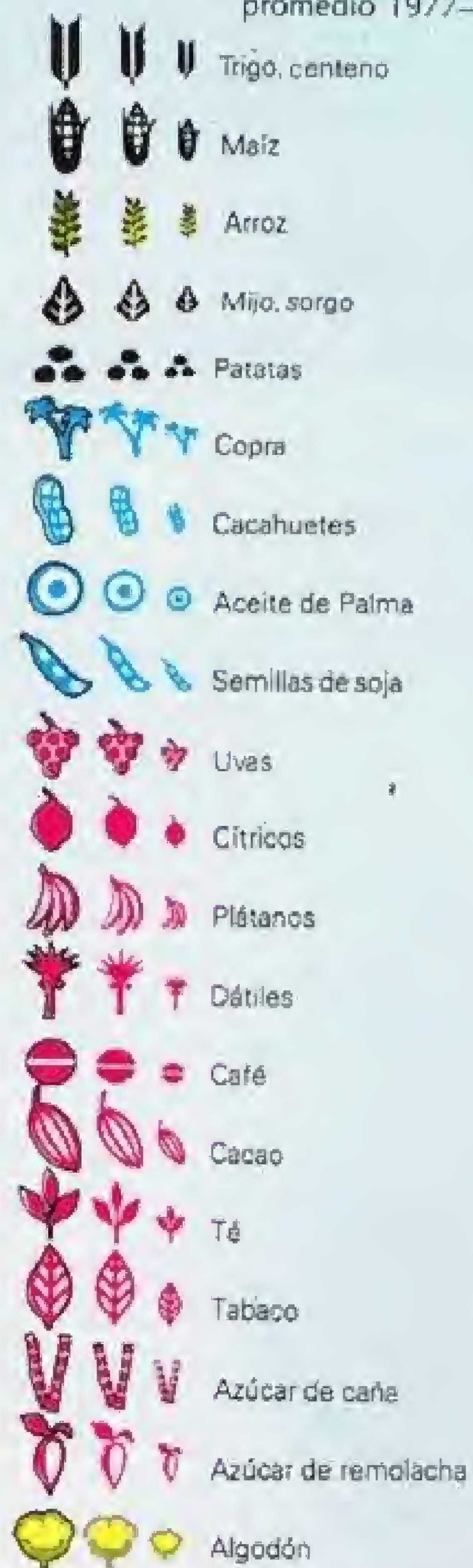


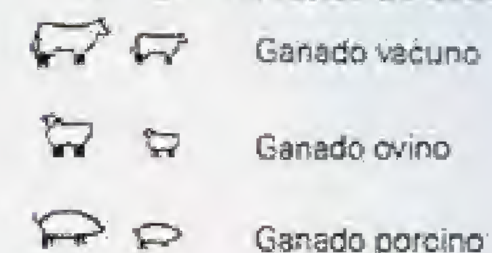












Basado en las estadísticas de la ONU



Círculo Polar Ártico

Vancouver

San Francisco

Denver

Nueva York

Houston

Trópico de Cáncer

Ciudad de México

Escala 1 : 50.000.000

0 1000 2000 km

120°

Escala 1: 90 000 000

TEMPERATURAS, VIENTOS

Julio

-10 -5 0 +5 +10 +20 +30 +40°C

Temperatura media diaria (temperaturas reales)

Dirección de los vientos dominantes

Calmas ecuatoriales

Escala 1: 90 000 000

CLIMA EN RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS (REGIONES AGRÍCOLAS) (según Köppen y otros)

Climas tropicales húmedos
- Clima de bosque tropical lluvioso
- Clima de sabana

Climas secos
- Clima de estepa
- Clima desértico

Climas continentales:
- con precipitaciones en todas las estaciones

Climas marítimos:
- con veranos secos
- con inviernos secos
- con precipitaciones en todas las estaciones

Climas fríos:
- Clima de tundra
- Climas ártico y alpino

Escala 1: 90 000 000

SUELOS

(según Glinka, Marbu y otros)

- Suelos aluviales
- Podsoles
- Suelos pardos
- Suelos latéricos
- Suelos de estepa
- Chernozem
- Suelos castaño de estepa
- Suelos tropicales y subtropicales
- Suelos alpinos
- Glaciar, casquete de hielo

PRODUCCIÓN ENERGÉTICA Y MINERAL

10 5 1% de la producción mundial. Promedio 1977–81

FUENTES DE ENERGÍA

- Petróleo
- Gas natural
- Carbón
- Lignito
- Uranio
- Oleoducto
- Gaseoducto
- Electricidad de origen: térmico, nuclear, hidroeléctrico

MINERALES

- Fe Hierro
- Ag Plata
- Au Oro
- Cu Cobre
- Pb Plomo
- Zn Zinc
- Al Bauxita
- P Diamantes
- Metales aleables (vanadio, cobalto, cromo níquel, manganeso, tungsteno)
- Región industrial

Los símbolos muestran solamente la localización de los yacimientos

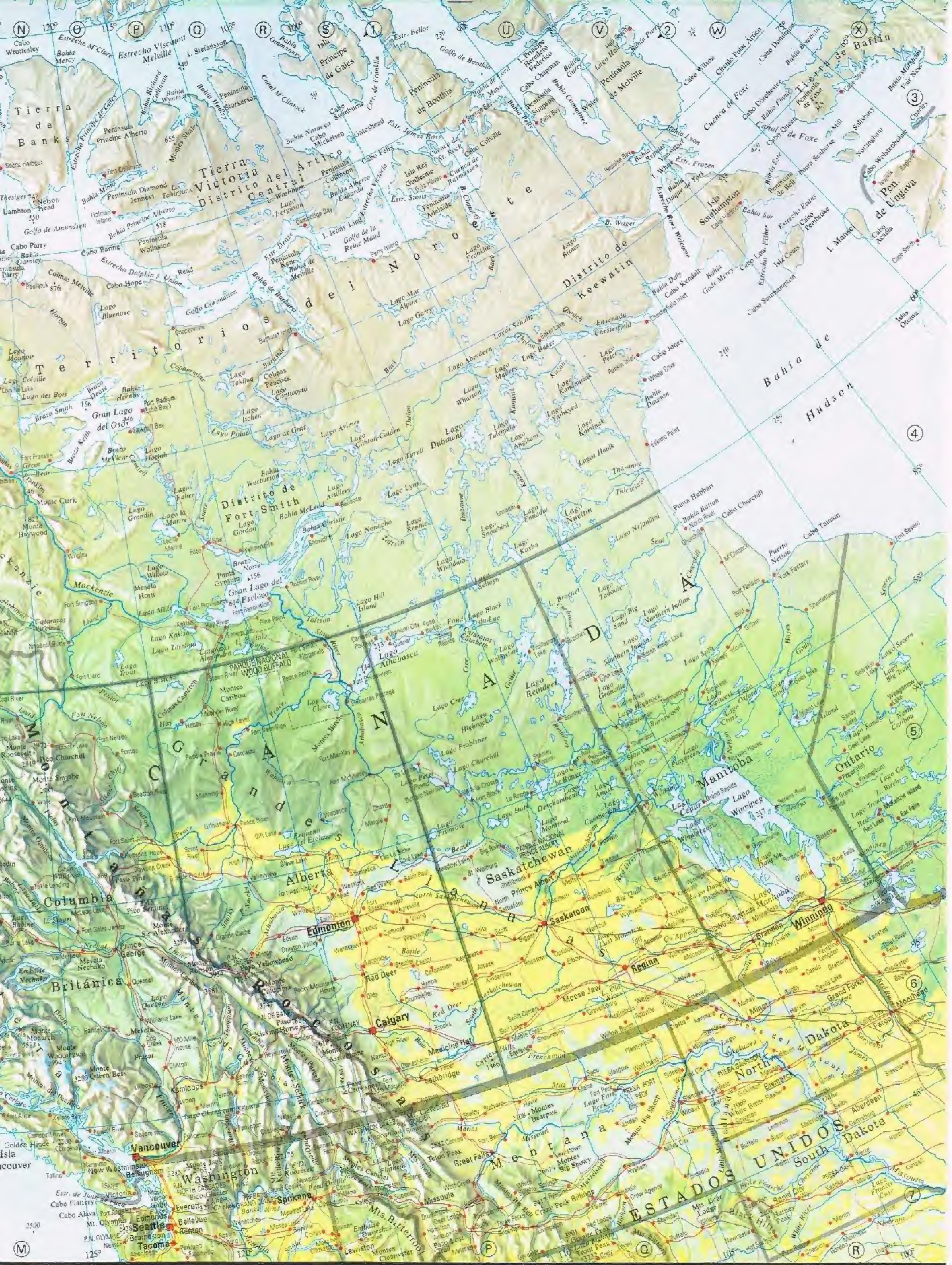
Escala 1 : 50.000.000

0 1000 2000 km

Basado en las estadísticas de la ONU

PROYECCIÓN BIPOLAR DE MILLER

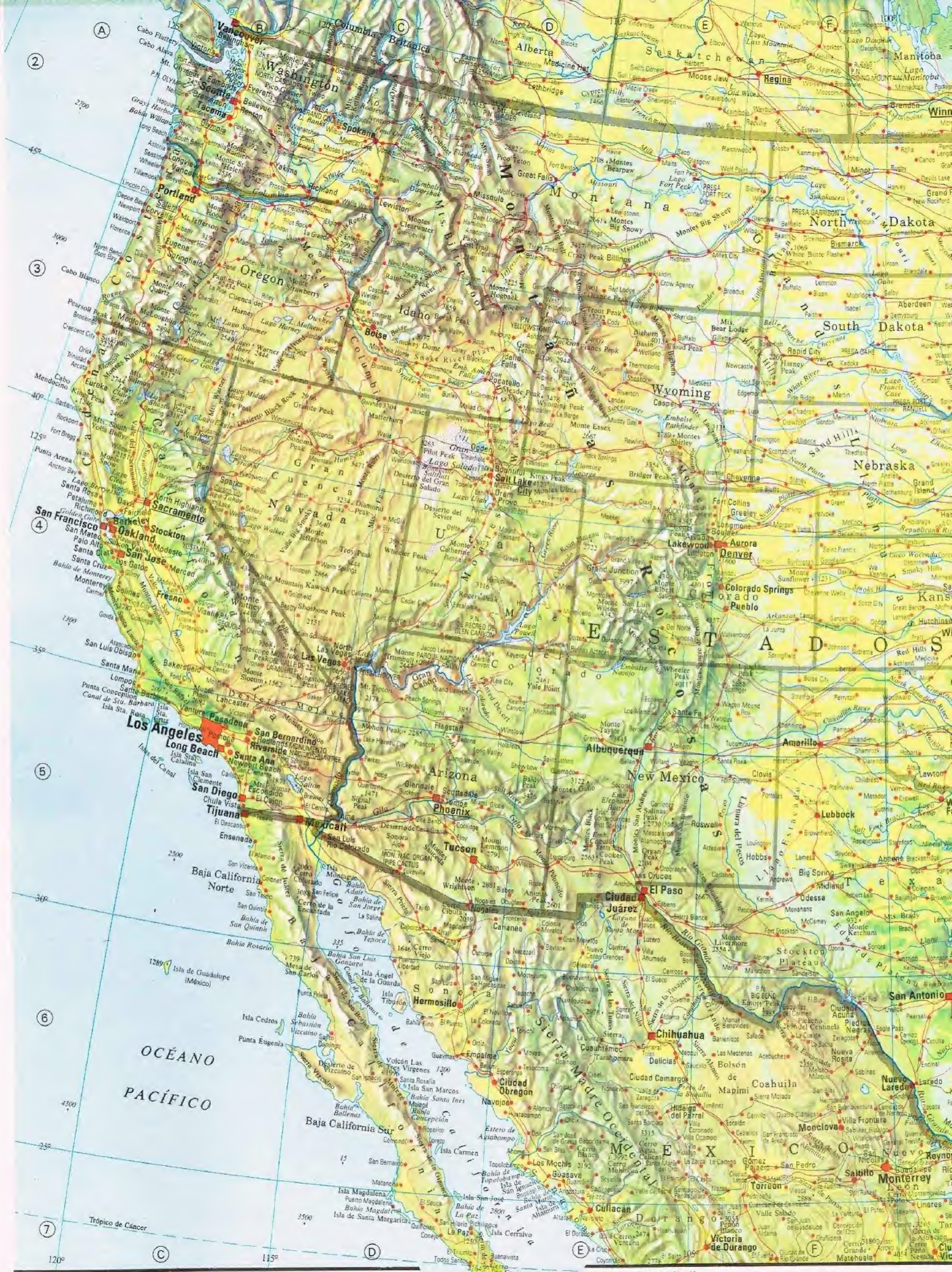

OCÉANO GLACIAL ÁRTICO
Mar de Beaufort
Mar de Chukotka
Península de Chukotka
Golfo de Anadir
Cabo Chukotskiy
Estrecho de Bering
Isla San Lorenzo
Mar de Bering
Alaska
(ESTADOS UNIDOS)
Montes Brooks
North Slope
Punta Barrow
Cabo Lisburne
Punta Hope
Península Seward
Golfo de Norton
Cabo Romanzof
Isla Nunivak
Bahía de Bristol
Península de Alaska
Islas Shumagin
Unimak
Isla Kodiak
Península de Kenai
Anchorage
Fairbanks
Monte McKinley
Montes Kuskokwim
Yukon
Golfo de Alaska
Territorio del Yukón
Llanura Porcupine
Montes Ogilvie
Montes Mackenzie
Distrito de Inuvik
Bahía de Mackenzie
Chichagof
Baranof
Archipiélago Alexander
Archipiélago de la Reina Carlota
Graham
Moresby
Cabo Saint James
Islas Pribilof
Saint Paul
Saint George
Mar de Bering
Islas Fox
Unalaska
Islas Andreanof
Islas Rat
Islas Near
Attu
Kiska
Adak
Islas Aleutianas
(E.U.A.)
OCÉANO PACÍFICO



Escala 1 : 10.000.000 0 100 200 300 400 km


Territorios del Noroeste
Distrito de Fort Smith
Distrito de Keewatin
Bahía de Hudson
Alberta
Saskatchewan
Manitoba
Ontario
Columbia Británica
Montana
North Dakota
South Dakota
Minnesota
Wisconsin
Wyoming
Nebraska
ESTADOS UNIDOS
Edmonton
Calgary
Saskatoon
Regina
Winnipeg
Thunder Bay
Duluth
Minneapolis
Saint Paul
Milwaukee
Chicago
Gran Lago del Oso
Gran Lago del Esclavo
Lago Athabasca
Lago Winnipeg
Lago Superior
Círculo Polar Ártico
© ESSELTE MAP SERVICE


Tierra de Baffin
Estrecho de Davis
Kalaallit Nunaat
Groenlandia
(Dinamarca)
Costa del Rey Federico VI
Cabo Farvell
Península de Cumberland
Golfo de Cumberland
Cuenca de Foxe
Círculo Polar Ártico
Península de Foxe
Canal de Foxe
Estrecho de Hudson
Bahía Frobisher
I. Resolution
Mar del Labrador
Bahía de Ungava
Península de Ungava
Bahía Payne
Cabo Chidley
Costa del Labrador
Labrador
Terranova
Lago Minto
Lago Bienville
Lago Caniapiscau
Embalse Smallwood
Lago Melville
Cabo Harrison
Cabo Charles
Belle Isle
Estr. de Belle Isle
Lago Mistassini
Lago Evans
Québec
Isla de Anticosti
Estrecho de Jacques-Cartier
Estrecho de Honguedo
Península de Gaspé
Cabo de Gaspé
Golfo de San Lorenzo
Islas de la Magdalena
Isla Príncipe Eduardo
Estrecho Northumberland
Cabo Bretón
Estr. de Cabot
Cabo Ray
Corner Brook
Bahía Notre Dame
Bahía Bonavista
Bahía Trinity
Bahía Conception
Saint John's
Cabo Race
Península Avalon
Península Burin
Saint Pierre y Miquelon (Fr.)
Bahía Fortune
Bahía de Fundy
Golfo del Maine
Nueva Escocia
Halifax
Isla Sable
Cabo Sable
New Brunswick
Fredericton
Saint John
Moncton
Maine
Bangor
Portland
Vermont
Montréal
OTTAWA
Québec
Trois-Rivières
Sherbrooke
Chicoutimi
Jonquière
Rimouski
Sept-Îles
Toronto
Hamilton
Rochester
Buffalo
Syracuse
New York
L. Ontario
Erie
Bahía James
Akimiski
Islas Belcher
OCÉANO ATLÁNTICO
© ESSELTE MAP SERVICE
Escala 1 : 10.000.000
0 100 200 300 400 km



Vancouver
Columbia Británica
Alberta
Medicine Hat
Saskatchewan
Regina
Moose Jaw
Manitoba
Washington
Seattle
Tacoma
Spokane
Great Falls
Montana
North Dakota
Bismarck
Portland
Salem
Eugene
Oregon
Boise
Idaho
South Dakota
Aberdeen
Wyoming
Casper
Cheyenne
Nebraska
Sacramento
San Francisco
Oakland
San Jose
Stockton
Fresno
Nevada
Salt Lake City
Utah
Denver
Aurora
Lakewood
Colorado Springs
Pueblo
Colorado
Las Vegas
Los Angeles
Pasadena
Long Beach
San Bernardino
Riverside
Santa Ana
San Diego
Tijuana
Mexicali
Arizona
Phoenix
Tucson
Albuquerque
New Mexico
Santa Fe
Amarillo
Lubbock
El Paso
Ciudad Juárez
Odessa
San Angelo
San Antonio
Nuevo Laredo
Monterrey
Saltillo
Chihuahua
Hermosillo
Ciudad Obregón
Culiacán
Los Mochis
Torreón
Victoria de Durango
Durango
Monclova
Coahuila
Sonora
Baja California Norte
Baja California Sur
La Paz
Cabo San Lucas
E S T A D O S
M É X I C O
Sierra Madre Occidental
OCÉANO PACÍFICO
Trópico de Cáncer
Isla Cedros
Isla de Guadalupe (México)
© ESSELTE MAP SERVICE



Thunder Bay
Lago Superior
Duluth
Minnesota
Minneapolis
Saint Paul
Wisconsin
Milwaukee
Madison
Chicago
Iowa
Des Moines
Illinois
Indiana
Indianapolis
Ohio
Columbus
Cincinnati
Detroit
Windsor
Toledo
Cleveland
Pittsburgh
Pennsylvania
Toronto
Hamilton
Buffalo
Rochester
Syracuse
Albany
New York
OTTAWA
Montreal
Quebec
Maine
Vermont
Boston
Providence
Hartford
New Haven
Bridgeport
Stamford
Yonkers
New York (Nueva York)
Newark
Filadelfia
Atlantic City
Baltimore
WASHINGTON
Arlington
Alexandria
Richmond
Norfolk
Virginia Beach
Portsmouth
Virginia
West Virginia
Kentucky
Louisville
Lexington
Missouri
Kansas City
Independence
Saint Louis
Springfield
Tulsa
Nashville
Knoxville
Tennessee
Memphis
Chattanooga
Arkansas
Little Rock
Mississippi
Jackson
Alabama
Birmingham
Montgomery
Mobile
Atlanta
Georgia
Macon
Savannah
Columbia
South Carolina
Charleston
Charlotte
North Carolina
Greensboro
Winston Salem
Durham
Raleigh
Louisiana
Shreveport
Baton Rouge
New Orleans
Houston
Dallas
Corpus Christi
Jacksonville
Florida
Tampa
Orlando
Saint Petersburg
Miami
Fort Lauderdale
Hollywood
Hialeah
Golfo de México
OCÉANO
ATLÁNTICO
Golfo del Maine
BAHAMAS
NASSAU
Isla Gran Abaco
Isla Andros
LA HABANA
CUBA
Santa Clara
Camagüey
Holguín
Santiago de Cuba
Trópico de Cáncer
C A N A D Á
U N I D O S
© ESSELTE MAP SERVICE
Escala 1 : 10.000.000
0 100 200 300 400 km



© ESSELTE MAP SERVICE

OCÉANO ATLÁNTICO

Mar de los Sargazos

Islas Bermuda (R.U.)
Hamilton

Columbia
South Carolina
Wilmington
Bahía Onslow
Cabo Fear
Long Bay
Georgetown
Charleston
Savannah
Georgia
Sea Islands
Jacksonville
Jacksonville Beach
Saint Augustine
Flagler Beach
Daytona Beach
New Smyrna Beach
Titusville
Orlando
Cabo Cañaveral
Merritt Island
Tampa
Lakeland
Melbourne
Palm Bay
Vero Beach
Sarasota
Fort Pierce
Florida
Fort Myers
West Palm Beach
The Everglades
Boca Raton
Fort Lauderdale
Hollywood
Hialeah
Miami
Miami Beach
Cabo Sable
Key Largo
Florida Keys
Estrecho de Florida

Isla Gran Bahama
Freeport City
Isla Pequeño Abaco
Marsh Harbour
Isla Gran Abaco
Canal Providence del Noreste
Islas Bimini
Islas Berry
Isla Eleuthera
Governor's Harbour
Nicholls Town
NASSAU
BAHAMAS
I. New Providence
Isla Andros
Lengua del Océano
Exuma Cays
Estrecho de Exuma
Arthur's Town
Isla Cat
Islas Bahamas
San Salvador (I. Watling)
Rum Cay
Isla Gran Exuma
George Town
Long Island
Clarence Town
Isla Crooked
Islas Ragged Range
Paso de Crooked Island
Isla Acklins
Isla Mayaguana
Abraham's Bay
Paso de Mayaguana
Paso de Caicos
Islas Turks y Caicos (R.U.)
Islas Caicos
Grand Turk
Islas Turks
Isla Pequeña Inagua
Isla Gran Inagua
Lago Rosa
Matthew Town
Paso de las Islas Turks
Paso de Silver Bank

Tropico de Cáncer

HABANA
San Miguel del Padrón
Matanzas
Cárdenas
Colón
Canal Nicholas
Canal Santaren
Cay Sal
Sagua la Grande
Caibarién
Canal Viejo de las Bahamas
Archipiélago de Camagüey
Santa Clara
Placetas
Cienfuegos
Morón
Ciego de Ávila
Florida
Sancti Spíritus
Trinidad
Golfo de Ana María
CUBA
Camagüey
Victoria de las Tunas
Gibara
Banes
Holguín
Archipiélago de los Jardines de la Reina
Golfo de Guacanayabo
Bayamo
Palma Soriano
Manzanillo
Sierra Maestra
Guantánamo
Estación Naval (E.U.A.)
Santiago de Cuba
Punta Maisí
Cabo Cruz
Pequeño Caimán
Cayman Brac
Gran Caimán
Islas Caimán (R.U.)
Georgetown

Isla Tortuga
Paso de los Vientos
Cap-Haïtien
Gonaïves
Golfo de la Gonâve
HAITÍ
Isla de la Gonâve
Saint-Marc
Cabo Dame-Marie
Jérémie
Les Cayes
PORT-AU-PRINCE
Pico de Macaya
I. à Vache
Lago Enriquillo
Barahona
Pico Duarte
Cordillera Central
Hispaniola
Montecristi
Santiago
Puerto Plata
REPÚBLICA DOMINICANA
San Francisco de Macorís
La Vega
Samaná
Cabo San Rafael
San Juan
SANTO DOMINGO
San Pedro
La Romana
Cabo Engaño
Cabo Beata
Canal de Jamaica

Montego Bay
Lucea
Savanna-la-Mar
Saint Ann's Bay
Port Antonio
Mandeville
Spanish Town
KINGSTON
Pico Blue Mountain
Cayos Morant
JAMAICA
May Pen
Navassa (E.U.A.)
Cayos Pedro
Banco Serranilla
Bajo Nuevo

Grandes Antillas

Puerto Rico (E.U.A.)
Arecibo
San Juan
Mayagüez
Cerro de Punta
Caguas
Ponce
Isla Mona
Cabo Rojo
Canal de la Mona
Islas Vírgenes (R.U.)
Road Town
Charlotte Amalie
Isla de Vieques
Frederiksted
Saint Croix
Islas Vírgenes (E.U.A.)
Paso de Anegada
Anguilla (R.U.)
The Valley
Saint-Martin (Guadalupe - Fr.)
Saint-Barthélemy
Antillas Holandesas
Saint Kitts (Saint Christopher)
SAINT KITTS-NEVIS
Barbuda
Basseterre
ANTIGUA Y BARBUDA
SAINT JOHN'S
Plymouth
Montserrat (R.U.)
Paso de Guadalupe
Port-Louis
Guadalupe (Fr.)
Pointe-à-Pitre
Basse-Terre
Soufrière
Marie-Galante
Paso de Dominica
Morne Diablotin
DOMINICA
ROSEAU
Paso de Martinica
Montagne Pelée
Fort-de-France
Le Lamentin
Martinica (Fr.)
Canal Sta. Lucía
CASTRIES
SANTA LUCÍA
Monte Gimie
Paso de San Vicente
Soufrière
SAN VICENTE
KINGSTOWN
BRIDGETOWN
BARBADOS
Islas Granadinas
GRENADA
SAINT GEORGE'S
Isla de Aves (Ven.)
Islas de Sotavento
Islas de Barlovento
Pequeñas Antillas

Mar Caribe

Banco Quitasueño
Banco de Serrana
Cayos de Roncador
Isla de Providencia (Col.)
San Andrés (Col.)
Cayos de Albuquerque

Antillas Holandesas
Islas los Monjes
Oranjestad
Aruba
Curaçao
Willemstad
Bonaire
Kralendijk
Islas las Aves
Los Roques
La Orchila
La Blanquilla
Islas los Hermanos
Isla de Margarita
Islas los Testigos
Tobago
Scarborough
PORT OF SPAIN
Trinidad
TRINIDAD Y TOBAGO
San Fernando

Punta Gallinas
Península de Guajira
Golfo de Venezuela
Península de Paraguaná
Punto Fijo
Coro
Santa Marta
Barranquilla
Ciénaga
Pico Cristóbal Colón
Cartagena
Sincelejo
Montería
COLOMBIA
Cúcuta
Bucaramanga
Barrancabermeja
Medellín
Bello
Envigado
Itagüí
Maracaibo
Cabimas
Lago de Maracaibo
Sierra de Perijá
Cordillera de Mérida
Mérida
San Cristóbal
Valencia
Barquisimeto
Maracay
CARACAS
Los Teques
Barcelona
Cumaná
Maturín
Ciudad Guayana
Ciudad Bolívar
San Fernando de Apure
VENEZUELA
Orinoco
Istmo de Panamá
Colón
PANAMÁ
Golfo de Panamá
Golfo de los Mosquitos
Darién
Península de Azuero

© ESSELTE MAP-SERVICE

Escala 1 : 10.000.000 — 0 100 200 300 400 km


DIVISIÓN POLÍTICA
Escala 1 : 60.000.000
0 1000 2000 km
BAHAMAS
CUBA
MEXICO
REPÚBLICA DOMINICANA
HAITÍ
JAMAICA
BELICE
GUATEMALA
HONDURAS
EL SALVADOR
NICARAGUA
COSTA RICA
PANAMÁ
ST. KITTS-NEVIS
ANTIGUA Y BARBUDA
DOMINICA
SANTA LUCÍA
SAN VICENTE
BARBADOS
GRENADA
TRINIDAD Y TOBAGO
VENEZUELA
GUYANA
SURINAM
Guayana Francesa
COLOMBIA
ECUADOR
Archipiélago Colón (Is. Galápagos) (ECUADOR)
Ecuador
PERÚ
BRASIL
BOLIVIA
PARAGUAY
CHILE
ARGENTINA
URUGUAY
Islas Malvinas (Arg.)
Georgias del Sur (Arg.)
1 - Límite del lecho y subsuelo
2 - Límite exterior del Río de la Plata
3 - Límite lateral marítimo Argentino-Uruguayo


POBLACIÓN
Distribución de la población 1985
500.000 habitantes
La cifra indica la población (ciudades con suburbios) en millones
Deshabitado (menos de 1 habitante por Km²)
Crecimiento de la población por países 1975–85
50 %
40
30 Media de América del Sur: 24 %
20
10
0
Ciudad de México
La Habana
Miami
Caracas
Bogotá
Lima
Santiago
Buenos Aires
São Paulo
Río de Janeiro
Ecuador
1 - Límite del lecho y subsuelo
2 - Límite exterior del Río de la Plata
3 - Límite lateral marítimo Argentino-Uruguayo


GUATEMALA
BELICE
HONDURAS
TEGUCIGALPA
EL SALVADOR
SAN SALVADOR
NICARAGUA
MANAGUA
COSTA RICA
SAN JOSÉ
I. del Coco (Costa Rica)
Ecuador
Archipiélago de Colón (Islas Galápagos) (Ec.)
I. Isabela
OCÉANO PACÍFICO
Trópico de Capricornio
© ESSELTE MAP SERVICE
Escala 1 : 25.000.0

Mar Caribe

OCÉANO ATLÁNTICO

JAMAICA
Puerto Rico (E.U.A.)
ANTIGUA Y BARBUDA
ST. KITTS-NEVIS
Guadalupe (Fr.)
Pointe-à-Pitre
Pequeñas Antillas
DOMINICA
Martinica (Fr.)
Fort-de-France
STA. LUCÍA
SAN VICENTE
BARBADOS
BRIDGETOWN
GRENADA
TRINIDAD Y TOBAGO
PORT OF SPAIN
I. Aruba (P.B.)
I. Curaçao (P.B.)
I. Bonaire (P.B.)
P. Gallinas

PANAMÁ
VENEZUELA
CARACAS
Maracaibo
Barquisimeto
Maracay
Valencia
Barcelona
Cumaná
Ciudad Bolívar
Ciudad Guayana
Cerro Bolívar
R. Orinoco
Llanos
Cataratas Ángel
Macizo de las Guayanas
GUYANA
GEORGETOWN
SURINAM
PARAMARIBO
Guayana Francesa
Cayenne

COLOMBIA
BOGOTÁ
Barranquilla
Cartagena
Santa Marta
Medellín
Manizales
Cali
Ibagué
Bucaramanga
Cúcuta
Buenaventura
Pasto
R. Magdalena
R. Meta
R. Guaviare
R. Caquetá
R. Putumayo

ECUADOR
QUITO
Guayaquil
Chimborazo
Cotopaxi

PERÚ
LIMA
Callao
Trujillo
Chimbote
Huancavelica
Pisco
Ica
Arequipa
Mollendo
Nudo Coropuna
Iquitos
R. Marañón
R. Ucayali
R. Amazonas

BOLIVIA
LA PAZ
SUCRE
Santa Cruz
Cochabamba
Potosí
Oruro
Lago Titicaca
Lago Poopó
Nevado de Illimani
Nevado de Ancohuma
Trinidad

BRASIL
BRASÍLIA
Manaus
Belém
Santarém
São Luís
Fortaleza
Natal
João Pessoa
Recife
Maceió
Aracaju
Salvador
Goiânia
Belo Horizonte
São Paulo
Rio de Janeiro
Niterói
Santos
Campinas
Curitiba
Florianópolis
Porto Alegre
Cuiabá
Campo Grande
Porto Velho
Rio Branco
Boa Vista
Macapá
Marajó
Amazonas
Pará
Acre
Rondônia
Roraima
Amapá
Maranhão
Piauí
Ceará
Pernambuco
Bahía
Goiás
Distrito Federal
Mato Grosso
Mato Grosso do Sul
Minas Gerais
São Paulo
Paraná
Santa Catarina
Rio Grande do Sul
Meseta Brasileña
Caatinga
Campos
Selvas
R. Negro
R. Branco
R. Madeira
R. Tapajós
R. Xingu
R. Tocantins
R. Araguaia
R. Paranaíba
R. S. Francisco
R. Guaporé
R. Paraná
R. Uruguay
Cataratas del Iguazú
Trópico de Capricornio
L. dos Patos
Laguna Mirim
C. São Roque
C. Frío

PARAGUAY
ASUNCIÓN
Chaco
R. Paraguay
R. Pilcomayo
R. Bermejo

CHILE
SANTIAGO
Valparaíso
Viña del Mar
Arica
Iquique
Tocopilla
Antofagasta
La Serena
Copiapó
Talca
Talcahuano
Concepción
Temuco
Valdivia
Osorno
Puerto Montt
I. Chiloé
Puerto Aysén
Cerro San Valentín
Desierto de Atacama
Fosa Perú-Chile
Cordillera de los Andes

ARGENTINA
BUENOS AIRES
La Plata
Mar del Plata
Bahía Blanca
Córdoba
Rosario
Santa Fe
Mendoza
San Juan
San Luis
San Miguel de Tucumán
Salta
Jujuy
Santiago del Estero
La Rioja
San Fernando del Valle de Catamarca
Corrientes
Resistencia
Formosa (Arg.)
Paraná
Neuquén
Viedma
Rawson
Comodoro Rivadavia
Puerto Deseado
Río Gallegos
Ushuaia
Cerro Aconcagua
Ojos del Salado
Salinas Grandes
Pampa
Patagonia
R. Colorado
R. Salado
Golfo San Matías
Golfo de San Jorge
Río de la Plata
Estrecho de Magallanes
I. Gde. de Tierra del Fuego
Cabo de Hornos

URUGUAY
MONTEVIDEO
Salto
Paysandú

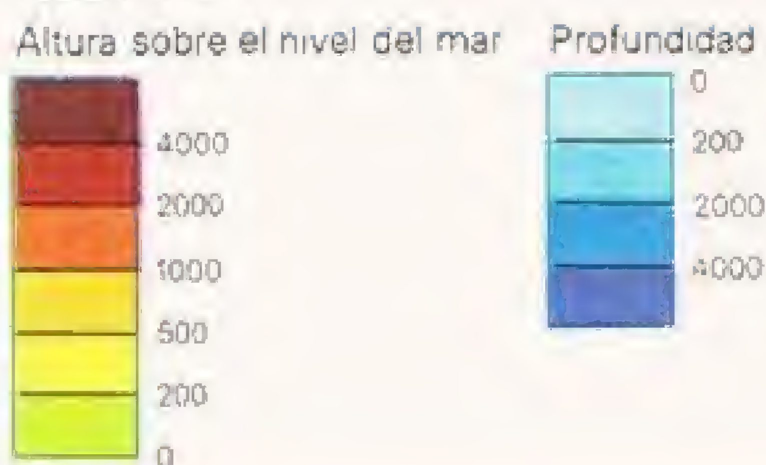
Islas Malvinas (Arg.)
Puerto Argentino
Islas Georgias del Sur (Arg.)
Islas Juan Fernández (Chile)
I. San Félix (Chile)
I. San Ambrosio
I. Malpelo (Colombia)
Is. S. Pedro y S. Paulo (Bras.)
I. Fernando de Noronha (Bras.)
I. Trindade (Bras.)
Is. Martín Vaz (Bras.)
Ecuador

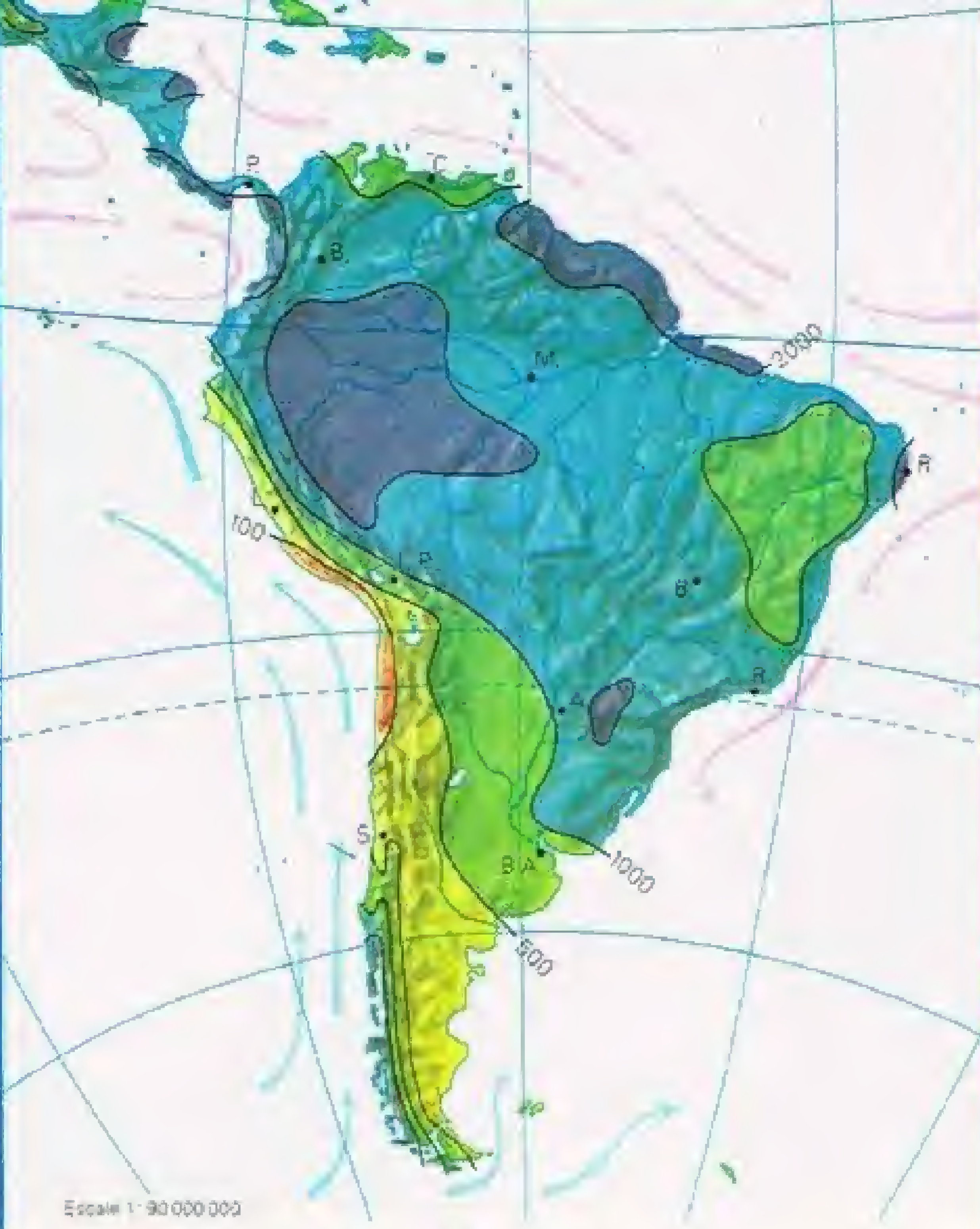
1 - Límite del lecho y subsuelo
2 - Límite exterior del Río de la Plata
3 - Límite lateral marítimo Argentino-Uruguayo

PROYECCIÓN BIPOLAR DE MILLER
500 1000 km



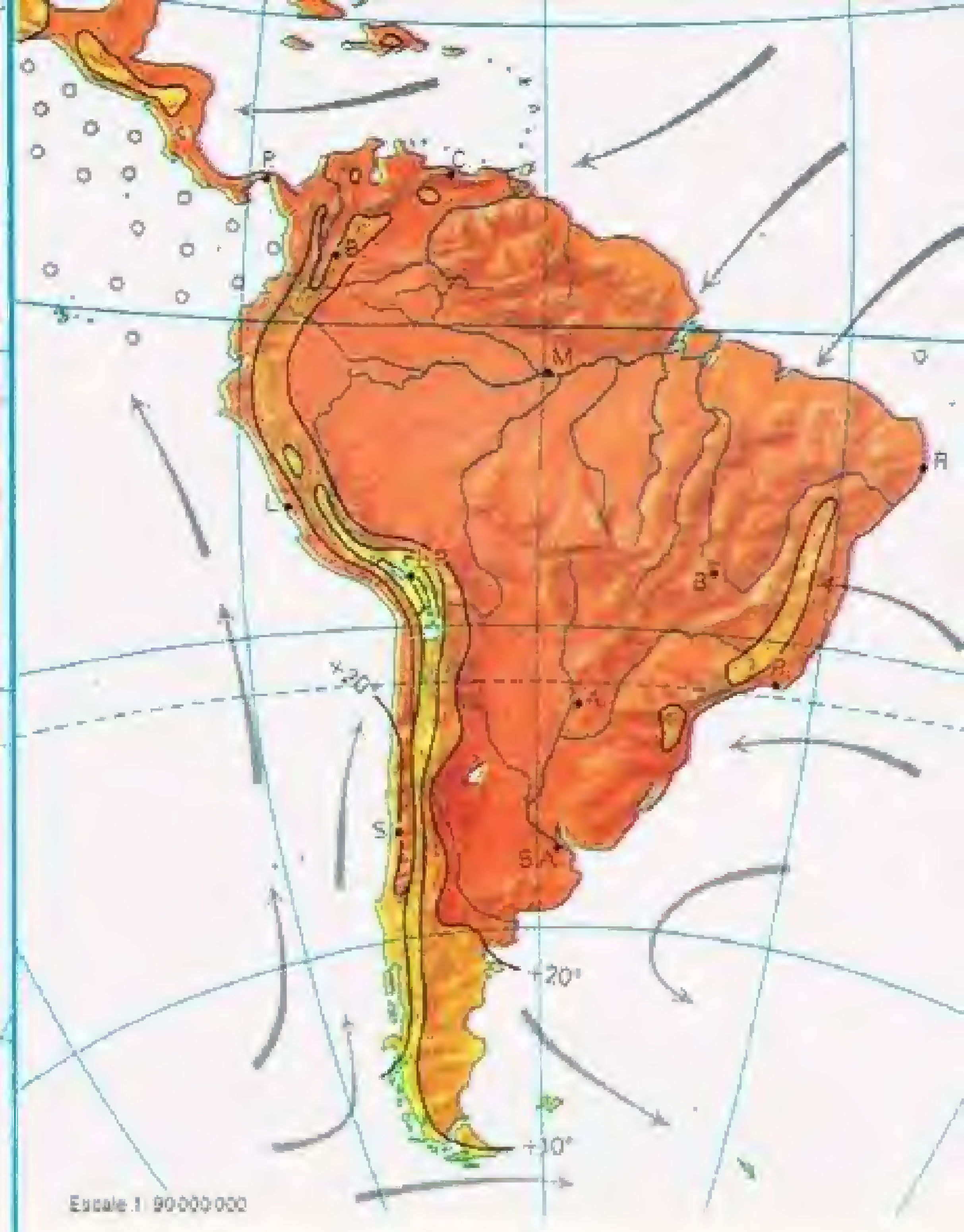
RELIEVE





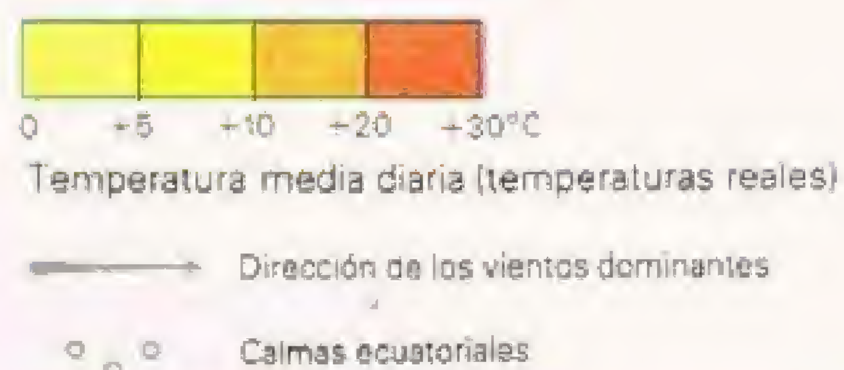
PRECIPITACIONES ANUALES, CORRIENTES OCEÁNICAS





TEMPERATURAS, VIENTOS

Enero

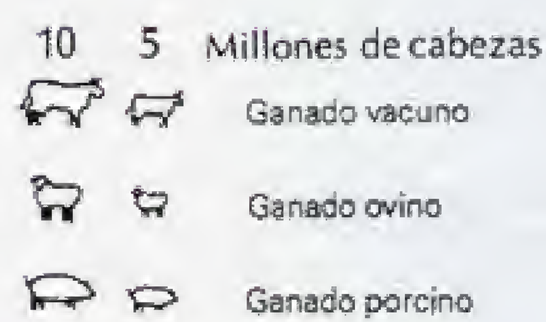


PRODUCCIONES AGRARIAS

10 5 1% de la producción mundial promedio 1977–81



10 5 Millones de cabezas



Basado en las estadísticas de la ONU

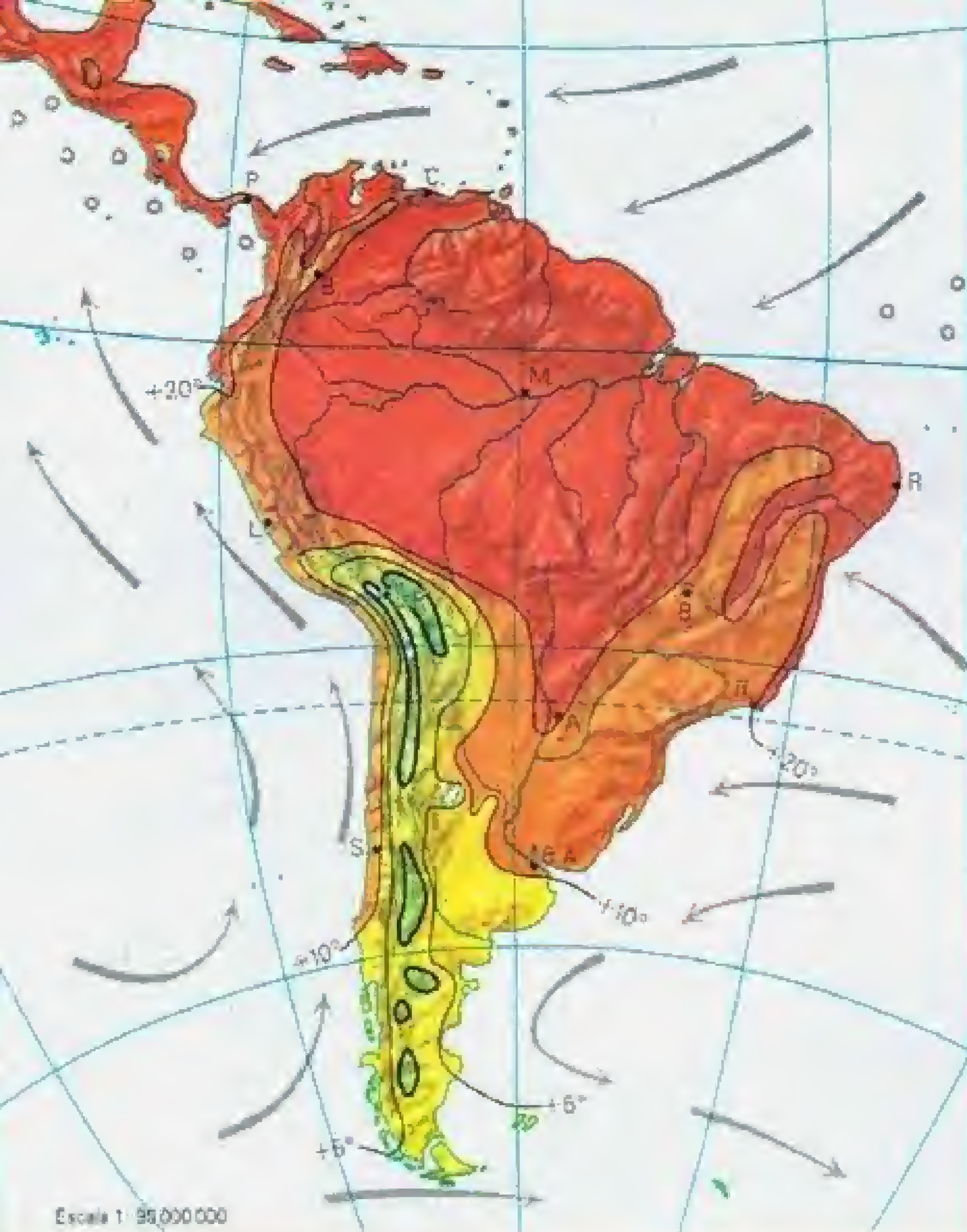


Panamá, Caracas, Bogotá, Ecuador, Manaus, Recife, Lima, La Paz, Salvador, Brasília, Trópico de Capricornio, Asunción, Río de Janeiro, Santiago, Buenos Aires, Pampa

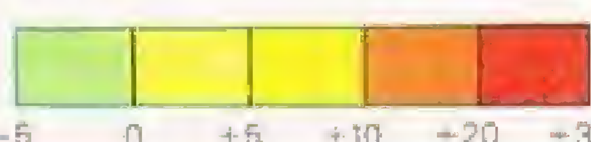
1 - Límite del lecho y subsuelo
2 - Límite exterior del Río de la Plata
3 - Límite lateral marítimo Argentino-Uruguayo

Escala 1 : 50.000.000

0 1000 2000 km



TEMPERATURAS, VIENTOS
Julio



Temperatura media diaria (temperaturas reales)

Dirección de los vientos dominantes

Calmas ecuatoriales



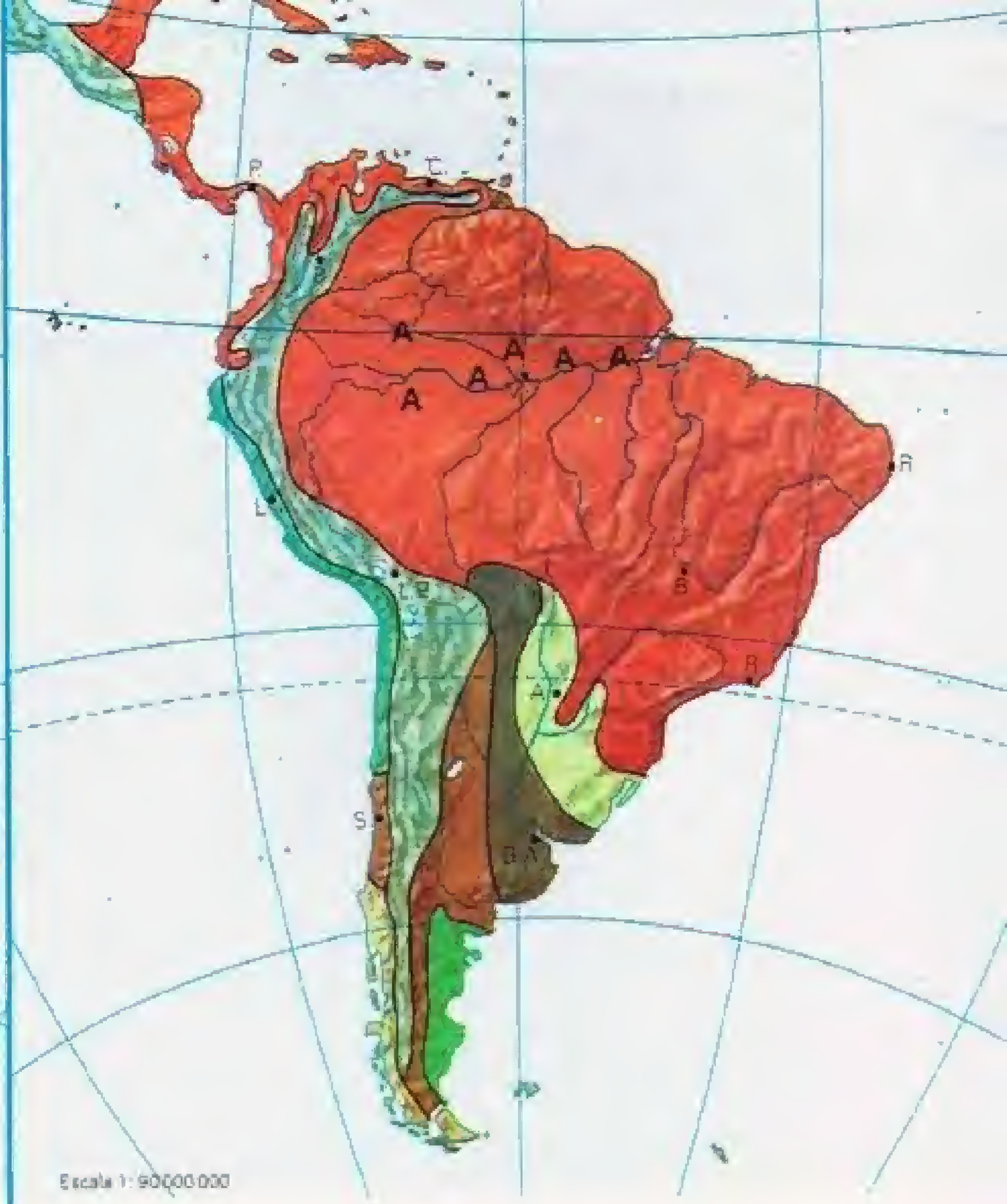
CLIMA EN RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS (REGIONES AGRÍCOLAS) (según Köppen y otros)

Climas tropicales húmedos:
- Clima de bosque tropical
- Clima de sabana

Climas secos:
- Clima de estepa
- Clima desértico

Climas marítimos:
- con veranos secos
- con inviernos secos
- con precipitaciones en todas las estaciones

Climas fríos:
- Clima ártico y alpino



SUELOS
(según Glinka, Marbut y otros)

- Tundra
- Suelos latéricos
- Suelos de estepa
- Chernozem
- Suelos castaño de estepa
- Suelos tropicales y subtropicales
- Suelos alpinos
- A A Suelos aluviales

PRODUCCIÓN ENERGÉTICA Y MINERAL

10 5 1% de la producción mundial promedio 1977–81

FUENTES DE ENERGÍA

- Petróleo — Oleoducto
- Gas natural — Gaseoducto
- Electricidad de origen: térmico, nuclear, hidroeléctrico

MINERALES

- Fe Hierro
- Ag Plata
- Au Oro
- Cu Cobre
- Pb Plomo
- Sn Estaño
- Zn Zinc
- Al Bauxita
- Diamantes

Metales aleables (cromo, manganeso, níquel, tungsteno) — Los símbolos muestran solamente la localización de los yacimientos

Región industrial

Basado en las estadísticas de la ONU

MÉXICO, BELICE, GUAT., HONDURAS, EL SALV., NICARAGUA, COSTA RICA, PANAMÁ, JAMAICA, HAITÍ, REPÚBLICA DOMINICANA, Maracaibo, VENEZUELA, Oficina, Cerro Bolívar, GUYANA, SURINAM, Amapá, COLOMBIA, ECUADOR, Ecuador, PERÚ, Chimbote, Cerro de Pasco, Pôrto Velho, Serra dos Carajás, B R A S I L, Salvador, BOLIVIA, Llallagua, Minas Gerais, Chuquicamata, PARAGUAY, Salta, Trópico de Capricornio, (Arg.), El Salvador, Coquimbo, Córdoba, URUGUAY, (Arg.), ARGENTINA, Neuquén, CHILE, Comodoro Rivadavia

100°, 80°, 60°, 40°, 20°, 0°, 20°, 40°

1 - Límite del lecho y subsuelo
2 - Límite exterior del Río de la Plata
3 - Límite lateral marítimo Argentino-Uruguayo

Escala 1 : 50.000.000
0 1000 2000 km

PROYECCIÓN BIPOLAR DE MILLER



Mar Caribe
Antillas Holandesas
Islas de Sotavento
Aruba
Curaçao
Bonaire
Willemstad
NICARAGUA
MANAGUA
COSTA RICA
SAN JOSÉ
PANAMÁ
Istmo de Panamá
Golfo de Panamá
Isla del Coco (Costa Rica)
Malpelo (Col.)
OCÉANO PACÍFICO
Barranquilla
Cartagena
Santa Marta
Maracaibo
Lago de Maracaibo
Barquisimeto
Valencia
Maracay
CARACAS
Cúcuta
San Cristóbal
Bucaramanga
Medellín
Manizales
Pereira
Armenia
Ibagué
BOGOTÁ
Buenaventura
Cali
Palmira
Neiva
Pasto
Florencia
Villavicencio
COLOMBIA
VENEZUELA
Llanos
Sierra de Guampi
Esmeraldas
QUITO
ECUADOR
Guayaquil
Golfo de Guayaquil
Cuenca
Machala
Tumbes
Talara
Sullana
Piura
Chiclayo
Trujillo
Chimbote
Iquitos
Amazonas
Marañón
Ucayali
PERÚ
Cordillera de los Andes
Huánuco
Cerro de Pasco
Huancayo
Callao
LIMA
Huancavelica
Ayacucho
Cuzco
Chincha Alta
Acre
Rio Branco
Selva
BOLIVIA
Archipiélago Colon (Islas Galápagos)
Darwin
Wolf
Pinta
Marchena
Genovesa
Volcán Wolf
San Salvador
Fernandina
Isabela
Santa Cruz
San Cristóbal
Santa María
Española

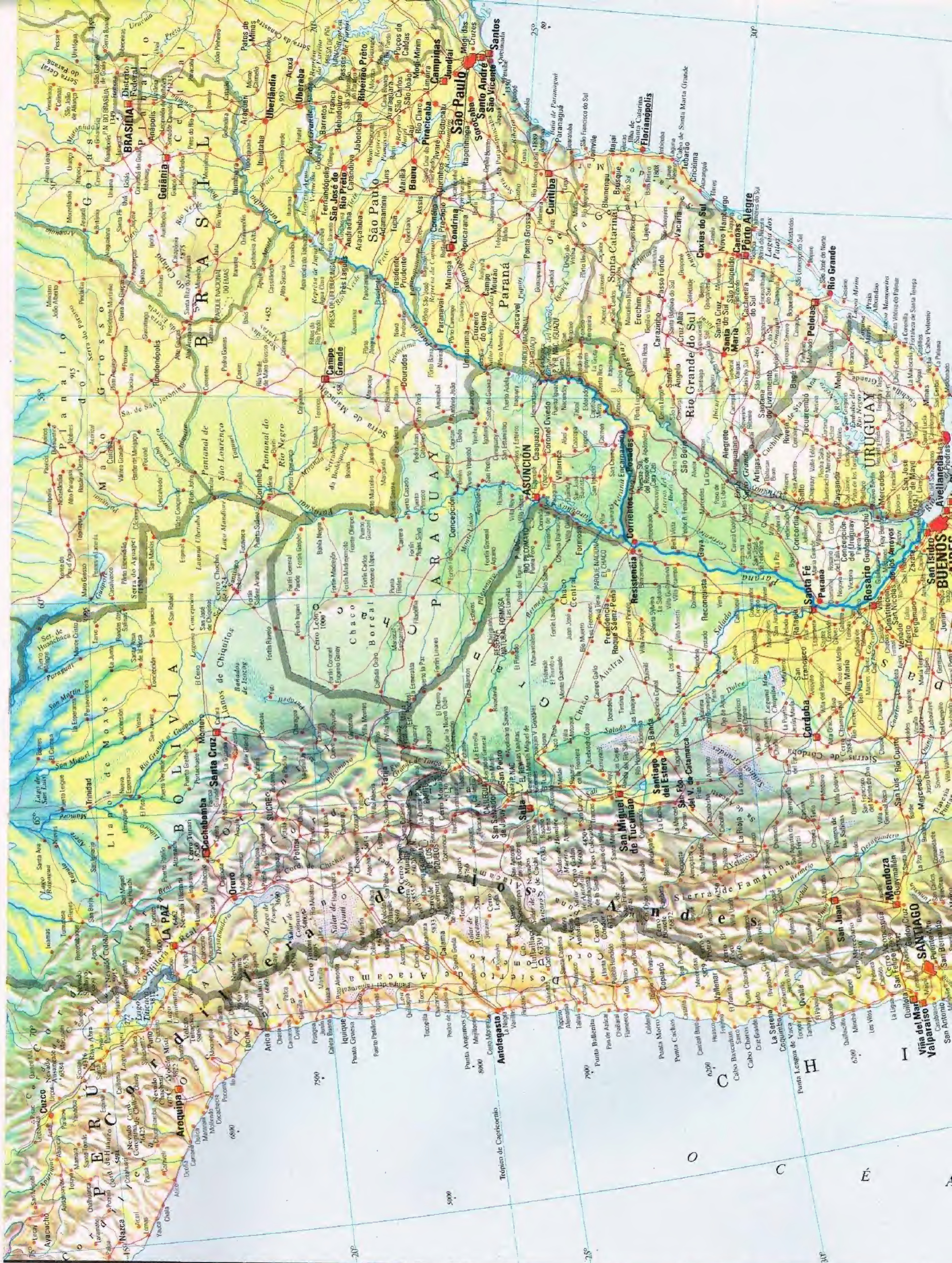


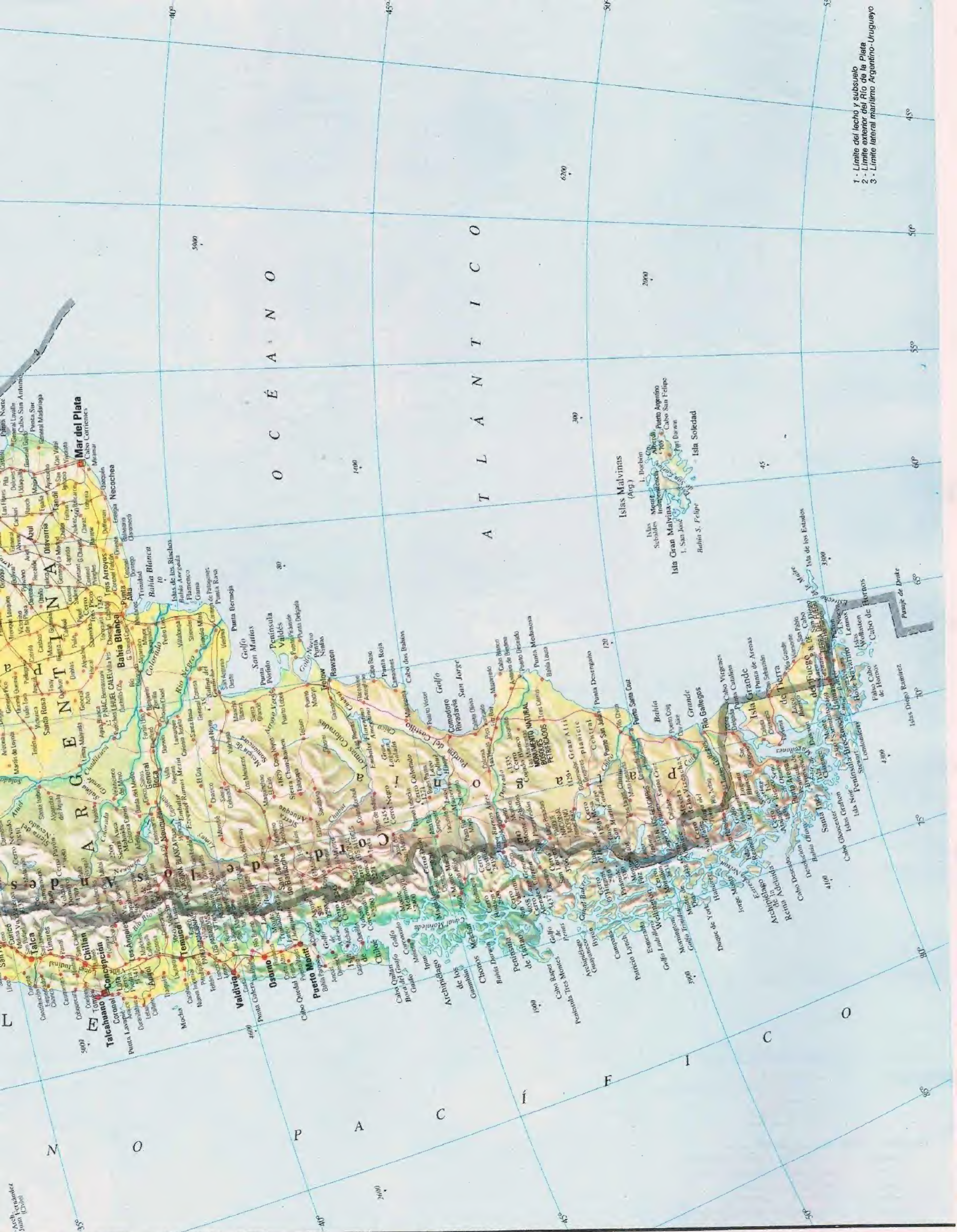
SANTA LUCIA
CASTRIES
SAN VICENTE
KINGSTOWN
Mount Hillaby
BRIDGETOWN
BARBADOS
Pequeñas Antillas
Islas de Barlovento
GRENADA
SAINT GEORGE'S
La Blanquilla
Islas los Hermanos
Islas los Testigos
Isla de Margarita
Tobago
PORT OF SPAIN
TRINIDAD Y TOBAGO
Trinidad
San Fernando
Península de Paria
Golfo de Paria
Carúpano
Cumaná
Puerto la Cruz
Barcelona
Maturín
Boca de la Serpiente
Delta del Orinoco
Boca Grande
Anaco
El Tigre
Ciudad Guayana
Santo Tomé de Guayana
Ciudad Bolívar
EMBALSE GURI
GEORGETOWN
PARAMARIBO
OCÉANO
ATLÁNTICO
Île du Diable (Isla del Diablo)
Cayenne
Cabo Orange
Cabo Cassiporé
GUYANA
SURINAM
Guayana Francesa
Macizo de las Guayanas
Sierra Pacaraima
Sierra Parima
La Gran Sabana
Roraima
Boa Vista
Pico Rondon
Amapá
Serra Tumucumaque
Serra Acaraí
Ilha de Maracá
Cabo Norte
Bocas del Amazonas
Macapá
Ecuador
Cabo Maguarinho
Ilha de Marajó
Belém
Bragança
Cabo Gurupi
Ilhas de São João
São Luís
Manaus
Santarém
Óbidos
Rio Negro
Amazonas
Tapajós
Xingu
Tocantins
Madeira
Purus
Arquipélago das Anavilhanas
BRASIL
Pará
Maranhão
Imperatriz
Marabá
Altamira
Itaituba
Bacabal
Serra dos Carajás
Serra do Cachimbo
Serra dos Apiacás
Serra Formosa
Serra do Roncador
Serra dos Parecis
Rondônia
Porto Velho
Mato Grosso
Goiás
Bahia
Ilha do Bananal
PARQUE NACIONAL DO ARAGUAIA
PARQUE NACIONAL DO CHAPADA DOS VEADEIROS
Chapada das Mangabeiras
Serra da Tabatinga
Floriano
Gurupi
Pôrto Nacional


Manaus
Iquitos
A m a z o n a s
Amazonas
S e l v a s
Acre
Rio Branco
Pôrto Velho
Rondônia
Serra dos Parecis
Serra dos Apiacás
Serra do Tombador
Pucallpa
Huánuco
Cerro de Pasco
La Oroya
Callao
LIMA
Huancayo
Huancavelica
Ayacucho
Cuzco
Chincha Alta
Pisco
Ica
Nazca
P E R Ú
Cordillera Occidental
Cordillera Central
Cordillera Oriental
Arequipa
Lago Titicaca
LA PAZ
Nevado Illimani
Cochabamba
Santa Cruz
Oruro
SUCRE
Potosí
Salar de Uyuni
B O L I V I A
Llanos de Moxos
Trinidad
Llanos de Chiquitos
Cordillera de los Andes
Tacna
Arica
Iquique
Antofagasta
Trópico de Capricornio
CHILE
Desierto de Atacama
O C É A N O
P A C Í F I C O
Chaco Boreal
Gran Chaco
P A R A G U A Y
Concepción
ASUNCIÓN
Salta
San Salvador de Jujuy
San Miguel de Tucumán
Santiago del Estero
Resistencia
Corrientes
Copiapó
Vallenar
La Serena
La Rioja
A R G E N T I N A
Corumbá
Cuiabá
15°
20°
25°
75°
65°
60°
70°
A
B
C
D
E
1
2
3
4
5
6



Escala 1:10.000.000 0 100 200 300 400 km


BRASILIA
Goiânia
Uberlândia
Uberaba
São Paulo
Campinas
Santos
Ribeirão Prêto
Curitiba
Florianópolis
Pôrto Alegre
Caxias do Sul
Rio Grande
Pelotas
Londrina
Campo Grande
Corumbá
ASUNCIÓN
PARAGUAY
URUGUAY
Posadas
Corrientes
Resistencia
Santa Fe
Paraná
Rosario
BUENOS AIRES
Córdoba
Santiago del Estero
San Miguel de Tucumán
Salta
Jujuy
Mendoza
San Juan
SANTIAGO
Valparaíso
Viña del Mar
La Serena
Coquimbo
Antofagasta
Iquique
Arica
Tacna
Arequipa
Cusco
Nazca
LA PAZ
Oruro
Cochabamba
Santa Cruz
SUCRE
Potosí
Trinidad
BOLIVIA
PERÚ
Chaco Boreal
Tropico de Capricornio



Escala 1 : 10.000.000 0 100 200 300 400 km



 ARGENTINA, división política, principales ciudades

Escala 1:12.800.000

0 200 400 600 km

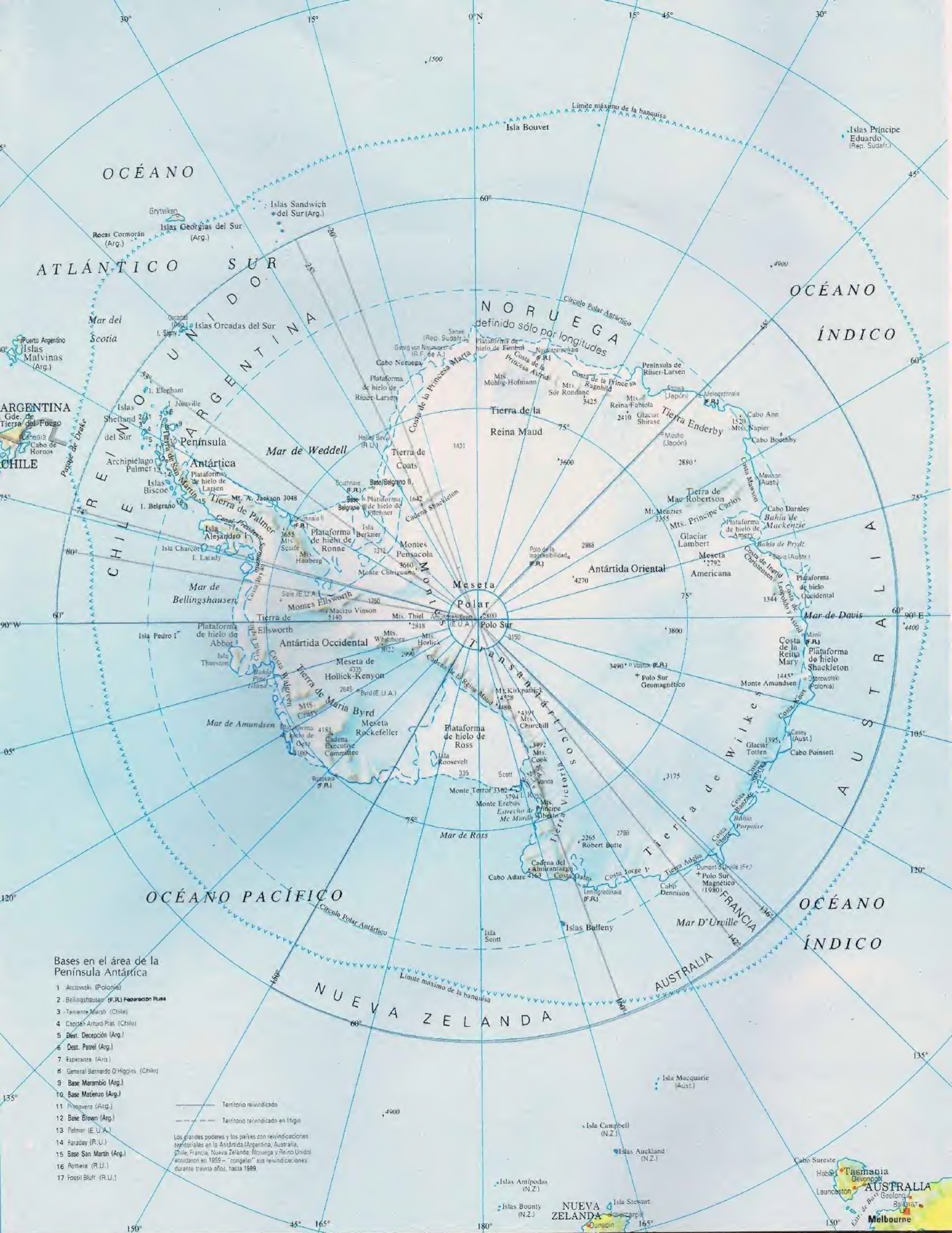


Escala 1:13.200.000

0 200 400 600 km



Escala 1 : 30.000.000 0 500 1000 km



PROYECCIÓN ACIMUTAL EQUIDISTANTE

Escala 1 : 30.000.000 — 0 — 500 — 1000 km

Estrecho de Bering
Alaska
Monte McKinley 6194
Mackenzie
Isla Victoria
Tierra de Baffin
Bahía de Baffin
Groenlandia
Península de Kamchatka
Mar de Bering
Círculo Polar Ártico
Islas Aleutianas
Montañas Rocosas
Bahía de Hudson
Islandia
Corriente de Labrador
Labrador
AMÉRICA DEL NORTE
Islas Británicas
Corriente del Atlántico Norte
Missouri
Corriente de California
Terranova
Chicago
Nueva York
Corriente del Golfo
Los Ángeles
Mississippi
30°
OCÉANO
Mar de los Sargazos
Corriente de las Canarias
Trópico de Cáncer
Islas Hawaii
Antillas
Ciudad de México
Mar Caribe
América Central
OCÉANO
PACÍFICO
Polinesia
0°
Ecuador
Amazonas
AMÉRICA DEL SUR
Corriente del Perú
Cordillera de los Andes
Nevado de Ancohuma
Corriente del Brasil
Trópico de Capricornio
São Paulo
Río de Janeiro
ATLÁNTICO
Paraná
30°
Cerro Aconcagua 6959
Buenos Aires
Nueva Zelanda
3764 Monte Cook
C. de Malvinas
Cabo de Hornos
Pasaje de Drake

■ Ciudad millonaria
Corriente cálida } en la superficie en enero
Corriente fría }
Banquisa y hielos a la deriva
Límite internacional

1 - Límite del lecho y subsuelo
2 - Límite exterior del Río de la Plata
3 - Límite lateral marítimo Argentino-Uruguayo

Glaciar, casquete de hielo

Tundra

Bosque de coníferas

Bosque húmedo tropical

OCÉANO GLACIAL ÁRTICO

Svalbard

Nueva Zembla

Mar de Barents

Mar de Noruega

Cabo Norte

Península de Taimir

Estrecho de Bering

Alaska

6194 Monte McKinley

Círculo Polar Ártico

Lena

Obi

Siberia

Montes Urales

Yenisei

Mar de Bering

Península de Kamchatka

Mar de Ojotsk

Islas Aleutianas

Sajalín

Amur

Oya Siwo

Escandinavia

Moscú

Volga

EUROPA

Estepa de Kirguizia

ASIA

Altai

Manchuria

Gobi

Mar Negro

Cáucaso

Mar Caspio

Tien Shan

Takla Makan

Kunlun Shan

Pekín

Seul

Honshu (Hondo)

Tokyo

Kuroshio

OCÉANO

Mar Mediterráneo

Tíbet

Himalaya

Hoang Ho

Yangtsé Kiang

Shanghai

El Cairo

Nilo

Mar Rojo

Éufrates

Everest 8848

Ganges

Indo

Trópico de Cáncer

PACÍFICO

Sahara

Rub al Khali

Calcuta

Bombay

Mekong

ÁFRICA

Mar de China Meridional

Islas Filipinas

Micronesia

Mar Arábigo

Sri Lanka

Ecuador

Congo

Zaire

5895 Kilimanjaro

Sumatra

Borneo

Melanesia

Islas de la Sonda

Yakarta

Java

Nueva Guinea

OCÉANO

Zambeze

Madagascar

Mar del Coral

ÍNDICO

Corriente de Benguela

Desierto de Kalahari

Corriente de Australia Occidental

Trópico de Capricornio

AUSTRALIA

Ciudad de El Cabo

Cabo de Buena Esperanza

Darling

Sydney

Mar de Tasmania

Tasmania

3764 Monte Cook

Nueva Zelanda

Corriente Antártica

30°

60°

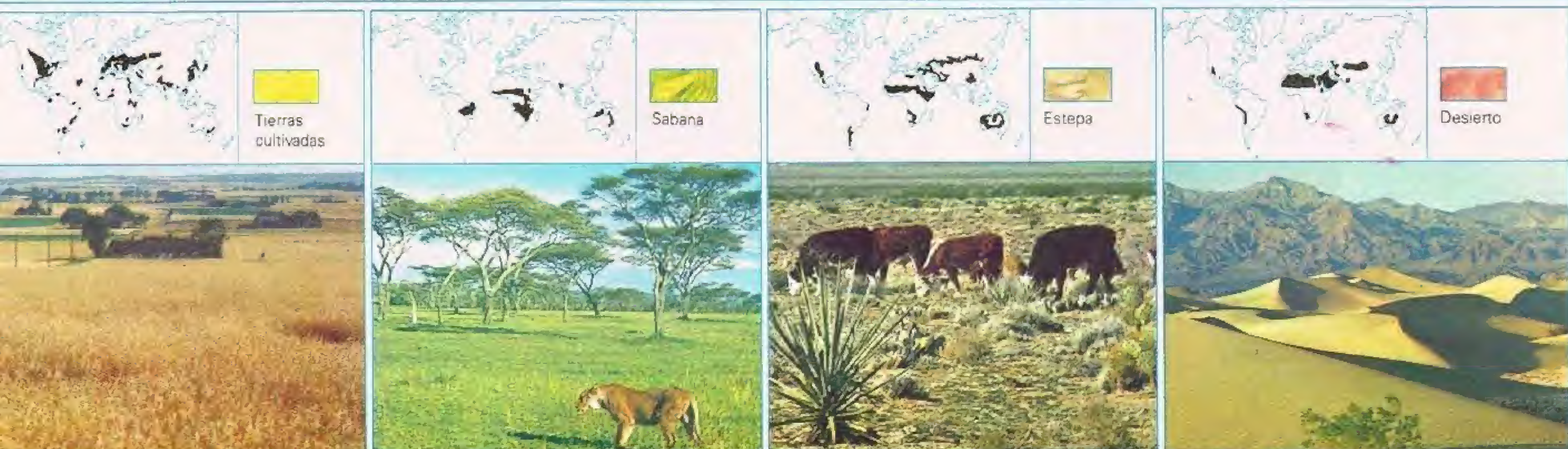
90°

120°

150°

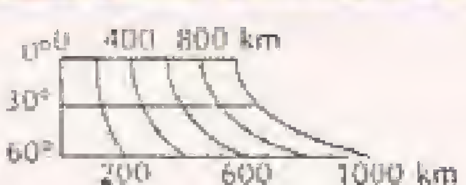
180°

0°



PROYECCIÓN DE VAN DER GRINTEN

Escala 1 : 90.000.000
en el ecuador



FED. RUSA

Círculo Polar Ártico

Península de Kamchatka

Estrecho de Bering

Mar de Bering

Islas Aleutianas

Línea internacional de cambio de fecha

Lunes / Domingo

Alaska (E.U.A.)

Mar de Beaufort

Río Mackenzie

Victoria

Bahía de Baffin

Baffin

Groenlandia (DINAMARCA)

I. de Jan Mayen (NORUEGA)

Reykjavik ISLANDIA

Islas Faeroes (DINAMARCA)

Bahía de Hudson

Labrador

CANADÁ

REINO UNIDO

IRLANDA (EIRE) Dublín

Terranova

St. Pierre y Miquelon (FR.)

Ottawa

ESTADOS UNIDOS

Washington

FRANCIA

ESPAÑA Madrid

PORTUGAL Lisboa

Azores (PORT.)

Gibraltar (R.U.)

Rabat MARRUECOS

Madeira (PORT.)

Islas Canarias (ESP.)

Sahara Occidental

I. Midway (E.U.A.)

Islas Bermuda (R.U.)

Mississippi

Baja California

Florida

Golfo de México

Nassau BAHAMAS

Trópico de Cáncer

Islas Hawaii

Hawaii (E.U.A.)

La Habana

MÉXICO

Ciudad de México

CUBA

Kingston JAMAICA

HAITÍ

REPÚBLICA DOMINICANA

Puerto Rico (E.U.A.)

ST. KITTS-NEVIS

ANTIGUA Y BARBUDA

DOMINICA

SANTA LUCÍA

SAN VICENTE

BARBADOS

GRENADA

TRINIDAD Y TOBAGO

Puerto Príncipe

Santo Domingo

Belmopán BELICE

HONDURAS Tegucigalpa

Guatemala GUATEMALA

EL SALVADOR San Salvador

NICARAGUA Managua

San José COSTA RICA

Panamá PANAMÁ

OCÉANO ATLÁNTICO

MAURITANIA Nouakchott

CABO VERDE Praia

SENEGAL Dakar

GAMBIA Banjul

GUINEA-BISSAU Bissau

GUINEA Conakry

SIERRA LEONA Freetown

LIBERIA Monrovia

COSTA DE MARFIL Abidjan

OCÉANO PACÍFICO

I. Clipperton (FR.)

I. Palmyra (E.U.A.)

Kiritimati

Caracas VENEZUELA

Port of Spain

GUYANA Georgetown

SURINAM Paramaribo

GUAYANA FRANCESA

Bogotá COLOMBIA

Baiki Ecuador

KIRIBATI

Islas Phoenix

Archipiélago de Colón (I. Galápagos) (EC.)

Quito ECUADOR

Río Amazonas

BRASIL

Brasilia

I. Ascensión (R.U.)

TUVALU Funafuti

Islas Tokelau (N.Z.)

Islas Marquesas

Is. Wallis & Is. Futuna (FR.)

SAMOA OCCIDENTAL Apia

Samoa (E.U.A.)

Polinesia Francesa

Tahití

Archipiélago de Tuamotu

Islas Sociedad

Is. Cook (N.Z.)

FIJI Suva

TONGA Nukualofa

Mururoa

Trópico de Capricornio

Islas Tubuai

I. Pitcairn (R.U.)

I. Pascua (CHILE)

PERÚ Lima

La Paz BOLIVIA Sucre

PARAGUAY Asunción

Isla Trindade (BRAS.)

Santa Elena (R.U.)

CHILE Santiago

R. Paraná

Buenos Aires

URUGUAY Montevideo

ARGENTINA

Tristán da Cunha (R.U.)

Islas Kermadec (N.Z.)

Wellington NUEVA ZELANDA

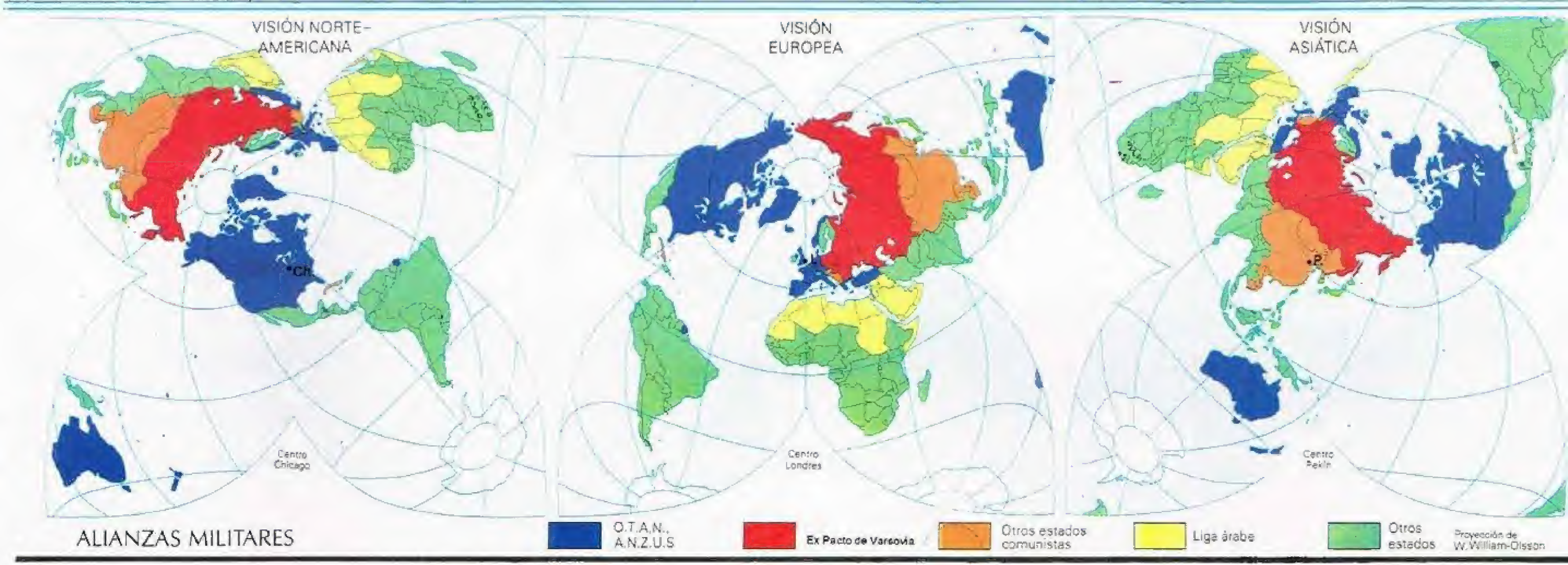
Islas Malvinas (Arg.)

I. Gde. de Tierra del Fuego

Georgias del Sur (Arg.)

REF	PAÍS	CAPITAL
E	ESLOVENIA	Liubliana
C	CROACIA	Zagreb
BH	BOSNIA-HERZEGOVINA	Sarajevo
Y	YUGOSLAVIA	Belgrado
M	MACEDONIA	Skopje

1 - Límite del lecho y subsuelo
2 - Límite exterior del Río de la Plata
3 - Límite lateral marítimo Argentino-Uruguayo



OCÉANO GLACIAL ÁRTICO

Tierra de Francisco José

Svalbard (NORUEGA)

Mar de Barents

Nueva Zembla

Mar de Noruega

NORUEGA

SUECIA

FINLANDIA

Oslo

Estocolmo

Helsinki

ESTONIA

DINAMARCA

Copenhague

LETONIA

Riga

LITUANIA

Vilna

Moscú

Minsk

BELARÚS

Berlín

Varsovia

POLONIA

REP. FED. DE ALEM.

Bruselas

Bonn

Praga

Kiev

UCRANIA

París

LUX.

Viena

Budapest

MOLDOVA

Berna

SUIZA

AUSTRIA

HUNGRÍA

RUMANIA

Bucarest

Sofía

BULGARIA

Mar Negro

GEORGIA

ANDORRA

Roma

ALB.

Mar Mediterráneo

Túnez

Argel

Atenas

GRECIA

Ankara

TURQUÍA

Valletta

MALTA

Nicosia

CHIPRE

LÍBANO

ISRAEL

Jerusalén

SIRIA

Beirut

Damasco

IRAQ

Bagdad

JORDANIA

TÚNEZ

TUNICIA

Trípoli

LIBIA

El Cairo

EGIPTO

KUWAIT

Teherán

IRÁN

Kabul

AFGANISTÁN

Islamabad

PAKISTÁN

Nueva Delhi

NEPAL

Katmandú

BHUTÁN

Dhaka

BANGLADESH

INDIA

Ganges

BAHREIN

QATAR

Riyadh

ARABIA SAUDÍ

UNIÓN DE EMIRATOS ÁRABES

Mascate

OMÁN

Mar Rojo

Nilo

CHAD

Jartum

SUDÁN

NÍGER

Niamey

N'Djamena

NIGERIA

Lagos

CAMERÚN

REP. CENTRO AFRICANA

Bangui

Yaoundé

GUINEA ECUAT.

Libreville

GABÓN

CONGO

SANTO TOMÉ & PRÍNCIPE

ZAIRE

Zaire

Brazzaville

Kinshasa

Cabinda (ANG.)

Luanda

ANGOLA

RUANDA

Kigali

BURUNDI

Bujumbura

UGANDA

Kampala

KENIA

Nairobi

TANZANIA

Dodoma

Zanzíbar

Dar es Salaam

MALAWI

Lilongwe

COMORES

Moroni

ZAMBIA

Lusaka

Harare

ZIMBABWE

MOZAMBIQUE

Antananarivo

MADAGASCAR

Reunión (FR.)

Port Louis

MAURICIO

NAMIBIA

BOTSWANA

Gaborone

Pretoria

Maputo

SWAZILAND

Mbabane

Maseru

LESOTHO

Walvis Bay (REP. SUDAFR.)

REPÚBLICA SUDAFRICANA

Ciudad de El Cabo

YEMEN

Sana

Adén

DJIBOUTI

Addis-Abeba

ETIOPÍA

SOMALIA

Mogadiscio

SEYCHELLES

Victoria

Islas Chagos (R.U.)

Malé

MALDIVAS

Islas Laquedivas

Mar Arábigo

Golfo de Bengala

SRI LANKA

Colombo

OCÉANO ÍNDICO

Islas Cocos (AUST.)

Isla Amsterdam (FR.)

Islas Príncipe Eduardo (REP. SUDAFR.)

Isla Kerguelen (FR.)

I. Bouvet (NORUEGA)

FEDERACIÓN RUSA

Obi

Yenisei

Lena

Amur

Volga

Ural

KAZAJSTÁN

Alma Atá

UZBEKISTÁN

Tashkent

KIRGUISTÁN

TURKMENISTÁN

Ashjabad

TAYIKISTÁN

Dushanbé

ARMENIA

AZERBAIYÁN

Mar Caspio

Ulán Bator

MONGOLIA

CHINA

Pekín

Hoang-Ho

Yangtse Kiang

COREA DEL NORTE

Pyongyang

COREA DEL SUR

Seúl

JAPÓN

Tokyo

Sajalín

Mar de Ojotsk

Islas Kuriles

Península de Kamchatka

Mar de Bering

Estrecho de Bering

Círculo Polar Ártico

Islas Aleutianas

Alaska (E.U.A.)

Línea internacional de cambio de fecha

Domingo

Lunes

I. Midway (E.U.A.)

Trópico de Cáncer

Islas RyuKyu (JAPÓN)

Islas Bonin (JAPÓN)

Isla Marcus (JAPÓN)

I. Wake (E.U.A.)

Islas Marianas (E.U.A.)

Taipei

TAIWAN

Hong Kong (R.U.)

Macao (PORT.)

BIRMANIA

Rangún

LAOS

Hanoi

VIETNAM

THAILANDIA

Bangkok

KAMPUCHEA

Phnom Penh

Mar de China Meridional

FILIPINAS

Manila

MALAYSIA

Kuala Lumpur

SINGAPUR

BRUNEI

Borneo

Sumatra

INDONESIA

Yakarta

Java

I. Guam (E.U.A.)

Territorio en Fideicomiso de las Islas del Pacífico (ADM. POR E.U.A.)

Islas Marshall

Islas Palau

Federación de Estados de Micronesia

OCÉANO PACÍFICO

Bairiki

Ecuador

NAURU

KIRIBATI

Archipiélago Bismarck

Nueva Guinea

PAPUA NUEVA GUINEA

Port Moresby

ISLAS SALOMÓN

Honiara

TUVALU

Funafuti

Is. Wallis & Is. Futuna (FR.)

SAMOA OCCIDENTAL

Apia

VANUATU

Vila

Mar del Coral

FIJI

Suva

Nueva Caledonia (FR.)

Nukualofa

TONGA

Trópico de Capricornio

AUSTRALIA

Canberra

Tasmania

Islas Kermadec (N.Z.)

NUEVA ZELANDA

Wellington

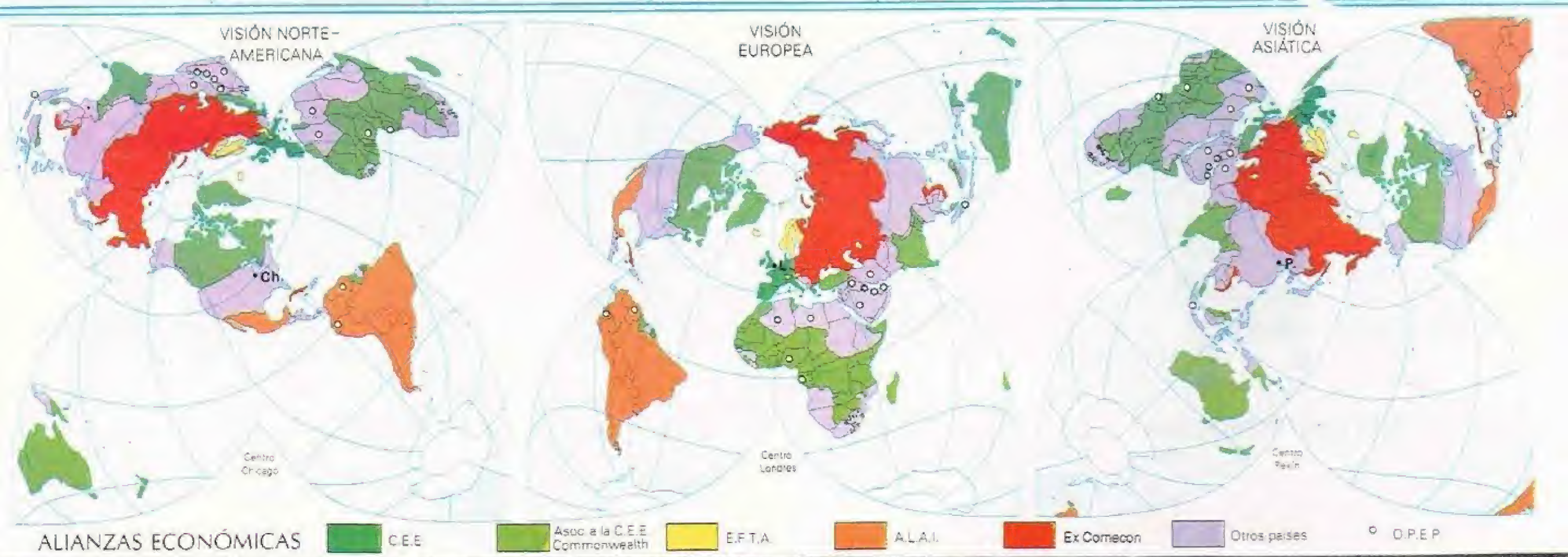
Escala 1 : 90.000.000

• Capital nacional

Frontera internacional

Frontera en litigio

PROYECCIÓN DE VAN DER GRINTEN



OCÉANO PACÍFICO

OCÉANO ATLÁNTICO

AMÉRICA DEL NORTE

CANADÁ

ESTADOS UNIDOS

MÉXICO

AMÉRICA DEL SUR

VENEZUELA

BRASIL

ARGENTINA

EUROPA

Groenlandia

Alaska

REINO UNIDO

Círculo Polar Ártico

Trópico de Cáncer

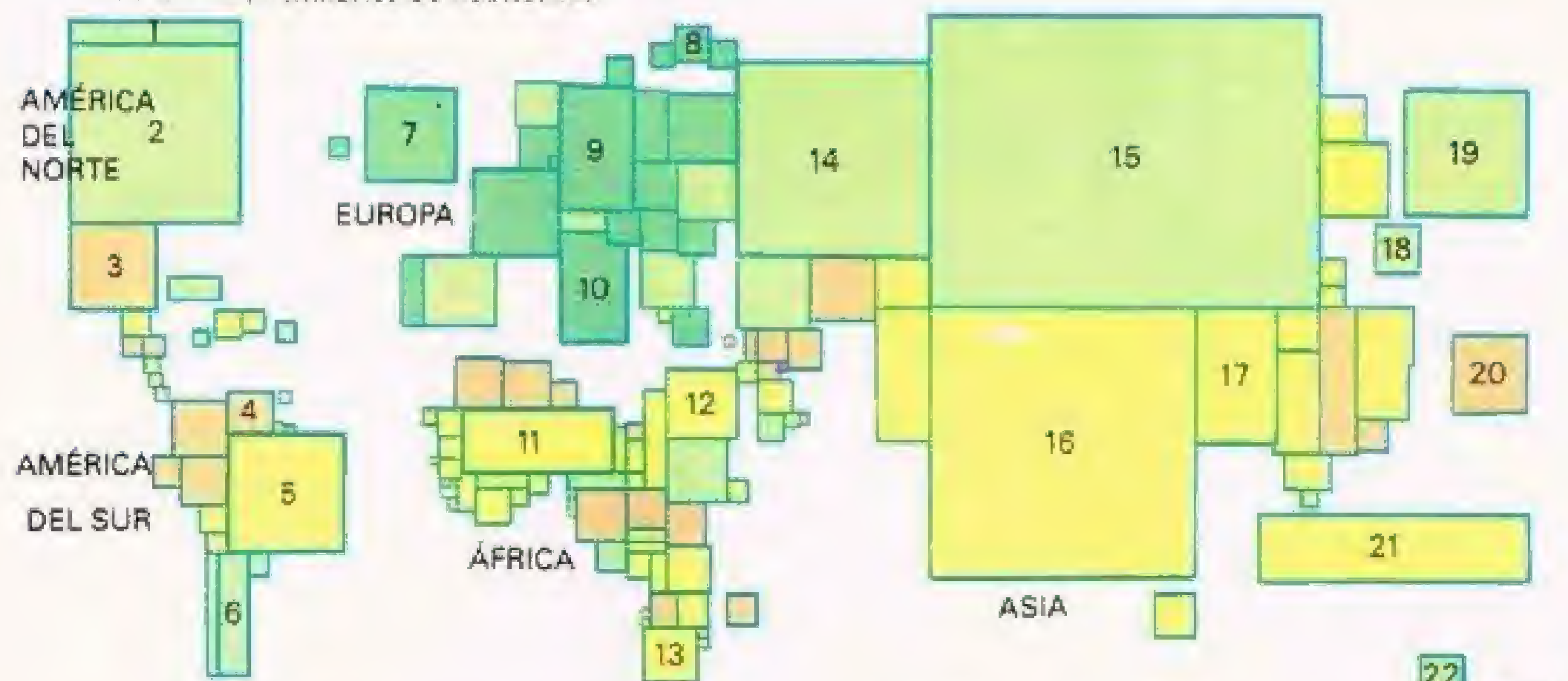
Ecuador

Trópico de Capricornio

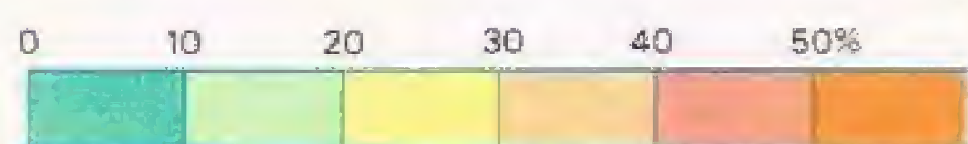
Minneapolis, Montreal, Toronto, Chicago, Boston, Nueva York, Filadelfia, Baltimore, Washington, Saint-Louis, San Francisco, Los Angeles, Dallas, Houston, Miami, La Habana, Guadalajara, Ciudad de México, Caracas, Bogotá, Lima, Río de Janeiro, São Paulo, Santiago, Buenos Aires, Londres, Madrid, Casablanca

1 - Límite del lecho y subsuelo
2 - Límite exterior del Río de la Plata
3 - Límite lateral marítimo Argentino-Uruguayo

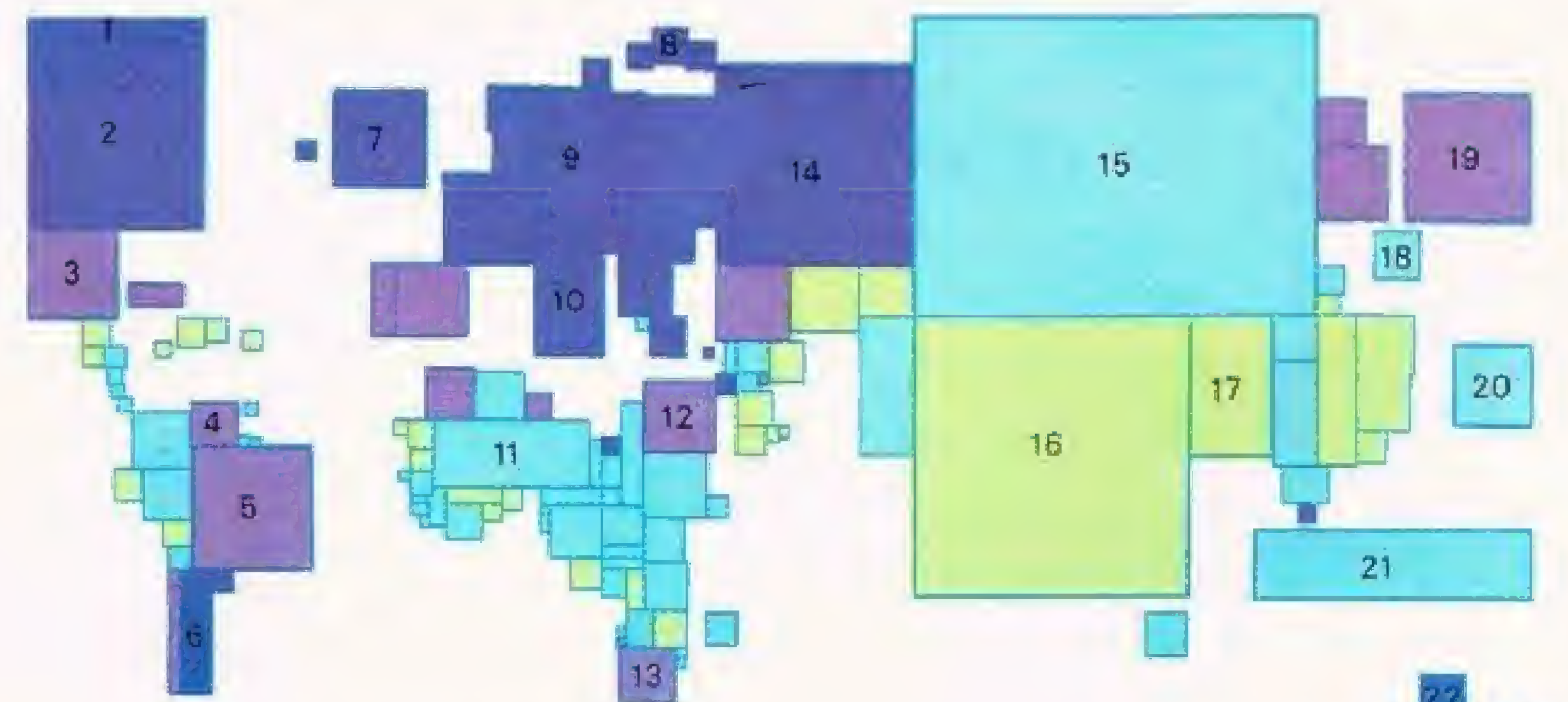
En estos cartogramas se muestra el tamaño de cada país proporcional a su población.
1 mm² = 1,5 millones de habitantes



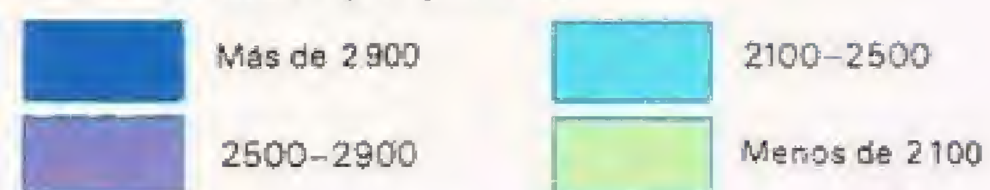
CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN
1975 - 1985



1 Canadá
2 E.U.A.
3 México
4 Venezuela
5 Brasil
6 Argentina
7 Reino Unido
8 Suecia
9 Rep.F de Alem.
10 Italia
11 Nigeria
12 Egipto
13 Rep Sudafricana
14 Ex U.R.S.S
15 China
16 India
17 Bangladesh
18 Taiwan
19 Japón
20 Filipinas
21 Indonesia
22 Australia
23 Nueva Zelanda



CONSUMO DE CALORÍAS
consumo diario por persona



1 caloría = 4.1868 julios

OCÉANO GLACIAL ÁRTICO

Círculo Polar Ártico

FEDERACIÓN RUSA

ASIA

CHINA

SUECIA

San Petersburgo · Moscú · Berlín · Kiev · Istanbul · Roma · ITALIA · Atenas · Alejandría · El Cairo · EGIPTO · Bagdad · Teherán · Karachi · Delhi · Bombay · INDIA · Madrás · Calcuta · Rangún · Bangkok · Ho Chi Minh · Singapur · Yakarta · Surabaja · INDONESIA · Manila · FILIPINAS · Hong Kong · Cantón · Taipei · TAIWAN · Shanghai · Nanking · Wuhan · Pekín · Luda · Shenyang · Harbin · Pyongyang · Seul · JAPÓN · Tokyo · Yokohama · Nagoya · Osaka

ÁFRICA

NIGERIA · Kinshasa · Johannesburg · REPÚBLICA SUDAFRICANA

OCÉANO ÍNDICO

OCÉANO PACÍFICO

Trópico de Cáncer · Ecuador · Trópico de Capricornio

AUSTRALIA · Sidney · Melbourne

NUEVA ZELANDA

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN 1982

- · 50.000 habitantes
- ● 5 La cifra indica la población (ciudades con suburbios) en millones
- deshabitado (menos de 1 habitante por Km²)

CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN por países 1972–1982

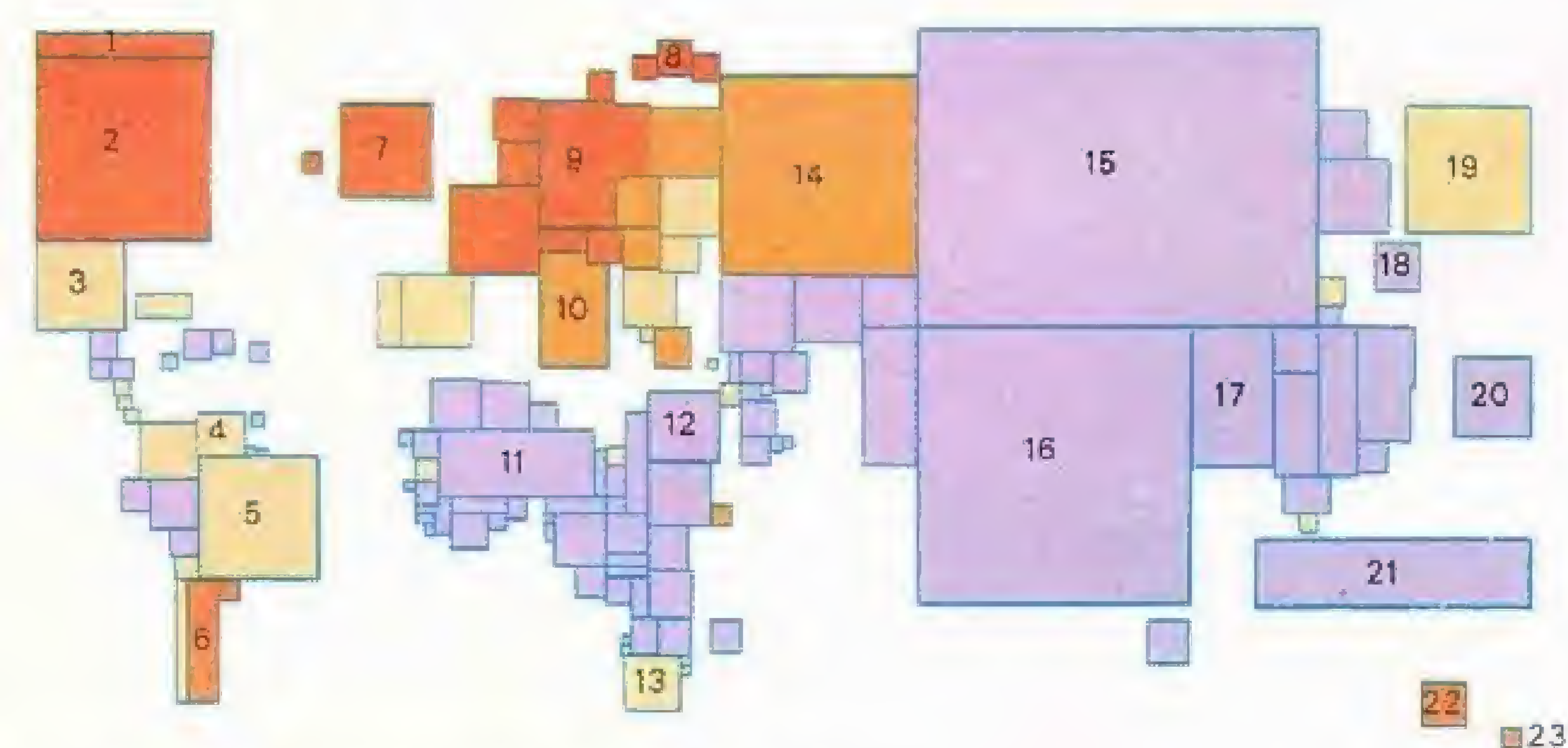
0 10 20 30 40 50 %

18 % de la media mundial

Basado en estadísticas recientes

Escala 1 : 90.000.000 en el ecuador

PROYECCIÓN DE VAN DER GRINTEN

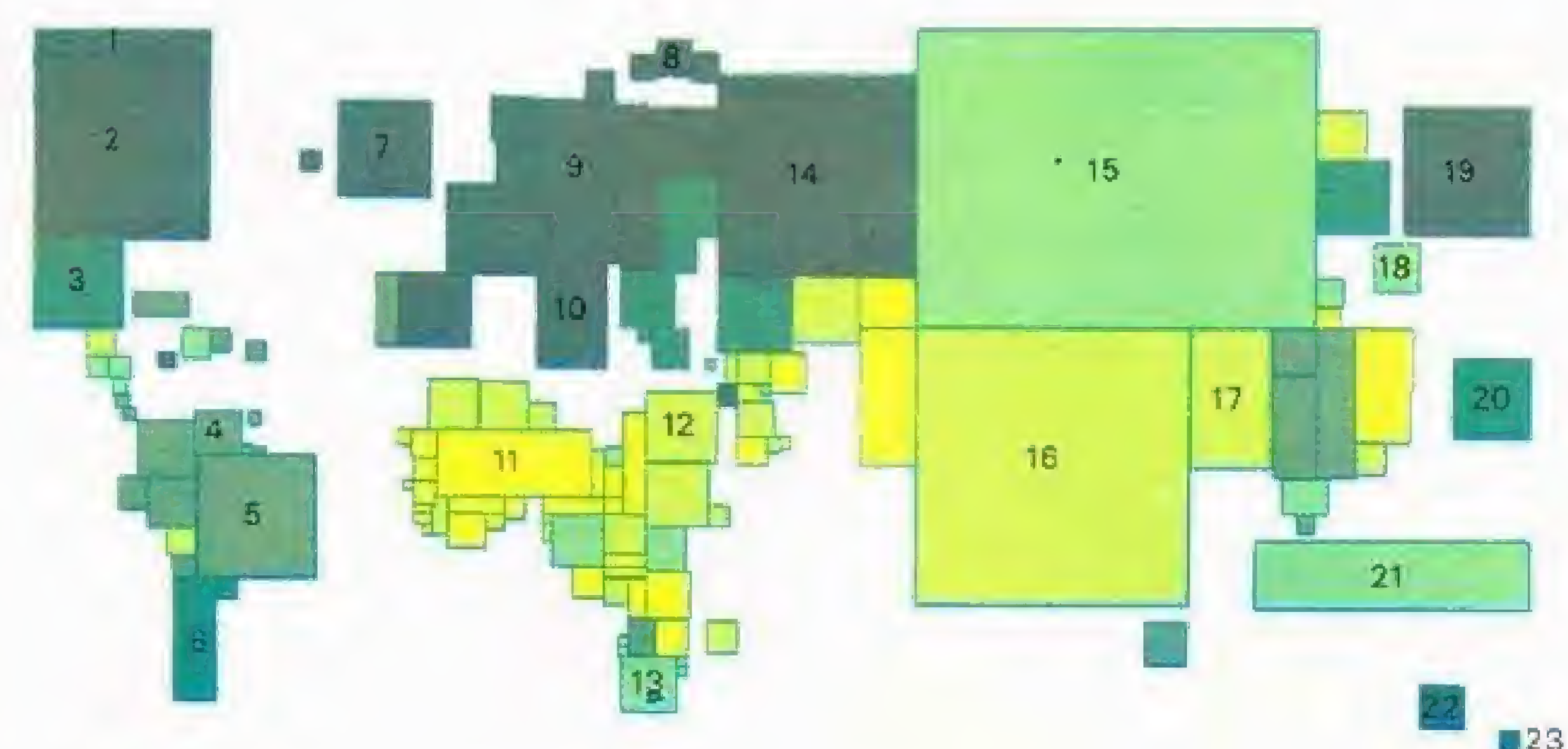


CONSUMO DE PROTEINAS ANIMALES

consumo diario por persona en gramos

- Más de 50 g
- 35–50 g
- 20–35 g
- Menos de 20 g

Basado en estadísticas recientes

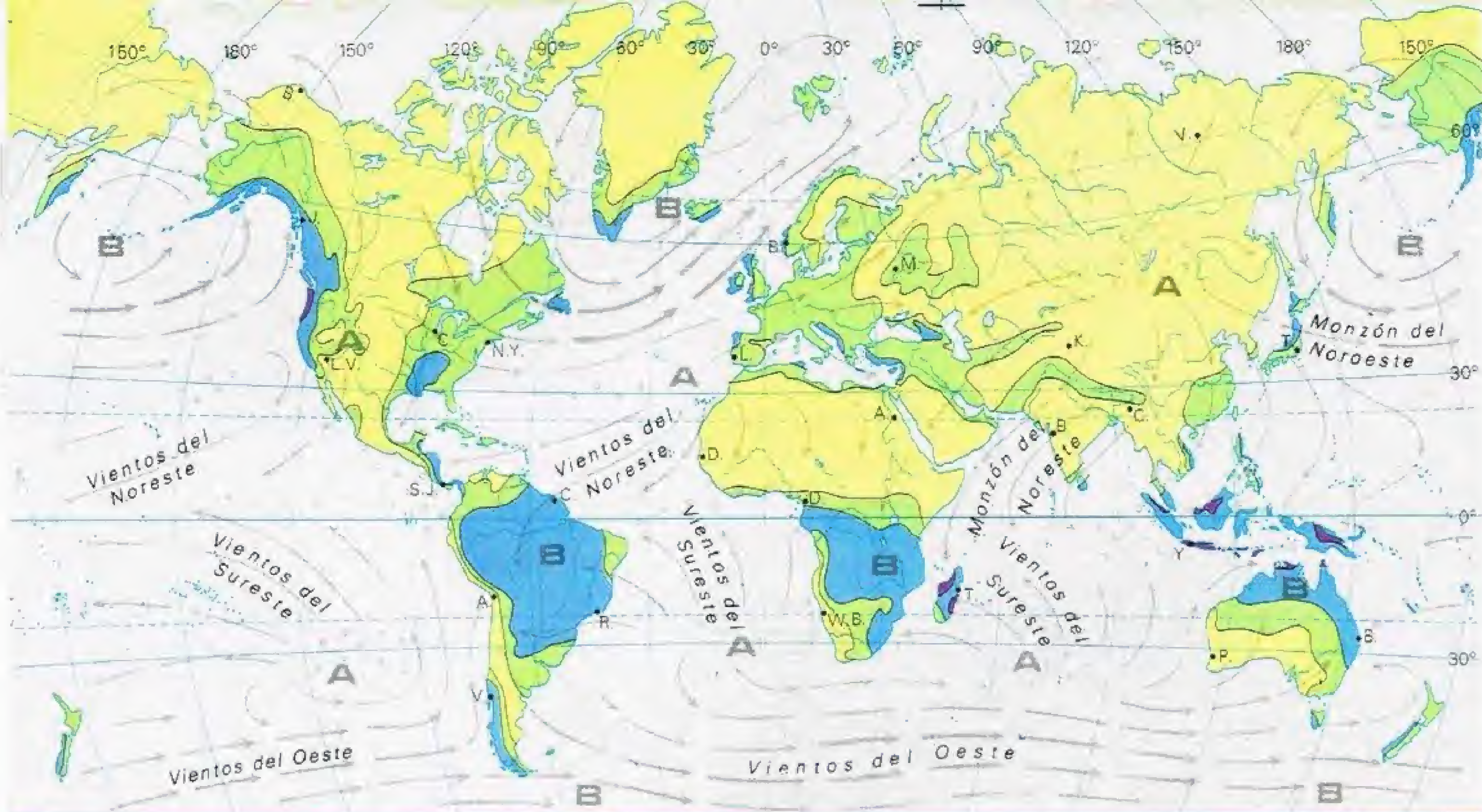


ALFABETISMO

porcentaje de alfabetismo en adultos sobre 15 años

- Más del 90 %
- 80–90 %
- 60–80 %
- 40–60 %
- 20–40 %
- Menos del 20 %

Basado en estadísticas recientes



PRECIPITACIONES PRESIONES VIENTOS

Enero

Invierno septentrional, Verano meridional

Precipitaciones en milímetros



Baja presión

Alta presión

Direciones predominantes del viento

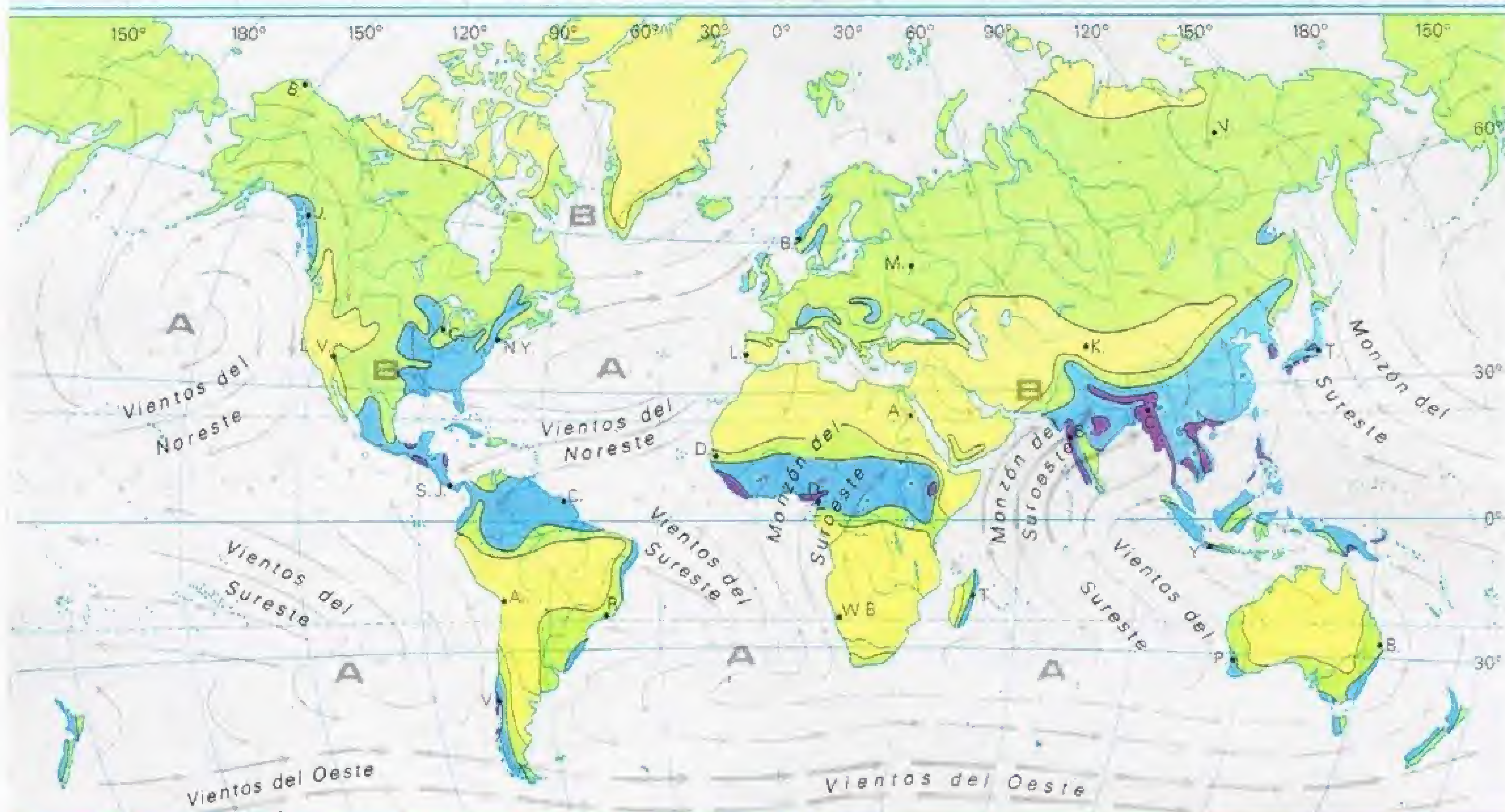
Flechas cortas = vientos menos constantes

Flechas largas = vientos más constantes

Flechas finas = vientos suaves

Flechas gruesas = vientos fuertes

Calmas ecuatoriales



PRECIPITACIONES PRESIONES VIENTOS

Julio

Verano septentrional, Invierno meridional

Precipitaciones en milímetros



Baja presión

Alta presión

Direciones predominantes del viento

Flechas cortas = vientos menos constantes

Flechas largas = vientos más constantes

Flechas finas = vientos suaves

Flechas gruesas = vientos fuertes

Calmas ecuatoriales



PRECIPITACIONES ANUALES

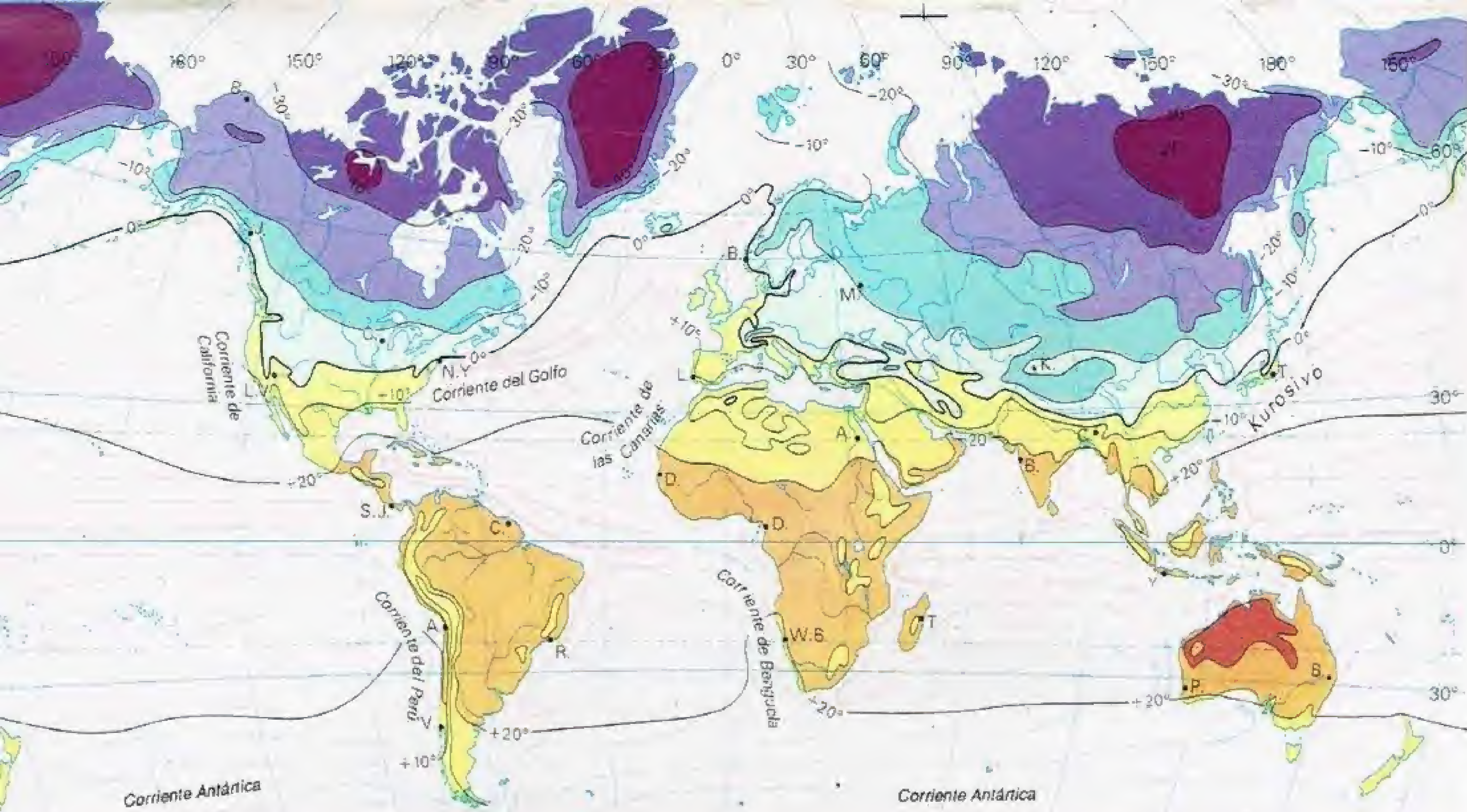
Precipitaciones en milímetros



Precipitación media anual en los siguientes lugares en mm

Cherrapunji	11 437	Río de Janeiro	1
Douala	4 109	Perth	
Cayenne	3 744	Chicago	
Toamasina	3 530	Lisboa	
Valdivia	2 396	Dakar	
Bombay	2 078	Moscú	
Bergen	1 958	Verjoiansk	
San José	1 944	Barrow	
Yakarta	1 756	Las Vegas	
Tokyo	1 563	Kashgar	
Juneau	1 387	Walwis Bay	
Nueva York	1 123	Assuán	
Brisbane	1 092	Arica	

comparar: Madrid 440

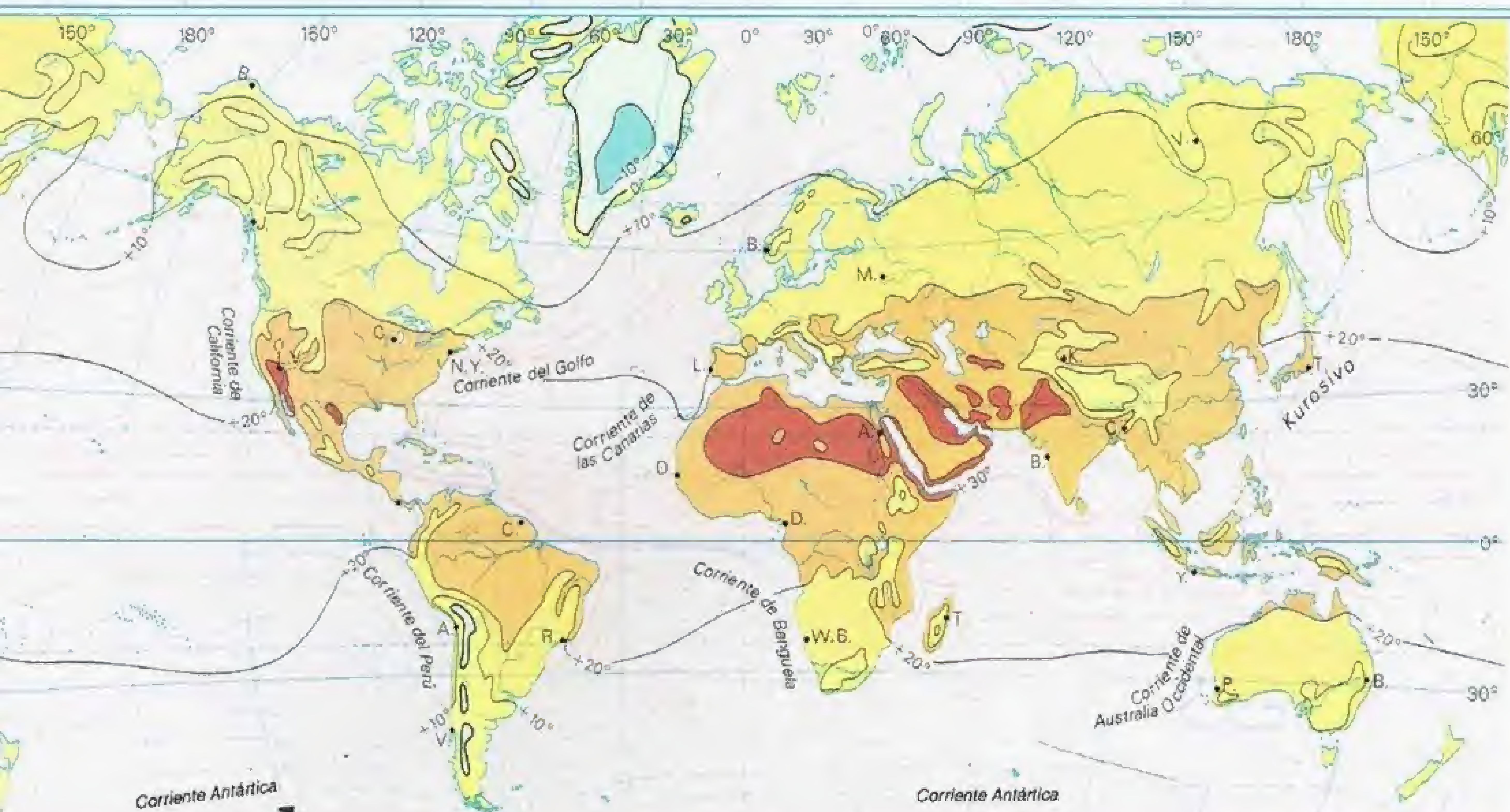


TEMPERATURA
CORRIENTES OCEÁNICAS

Enero
Invierno septentrional
Verano meridional
Temperatura media anual
(temperaturas reales)

+30°C
+20°C
+10°C
0°C
−10°C
−20°C
−30°C
−40°C

Corriente oceánica fría
Corriente oceánica cálida
Flechas cortas = corrientes menos constantes
Flechas largas = corrientes más constantes
Flechas finas = corrientes lentas
Flechas gruesas = corrientes rápidas



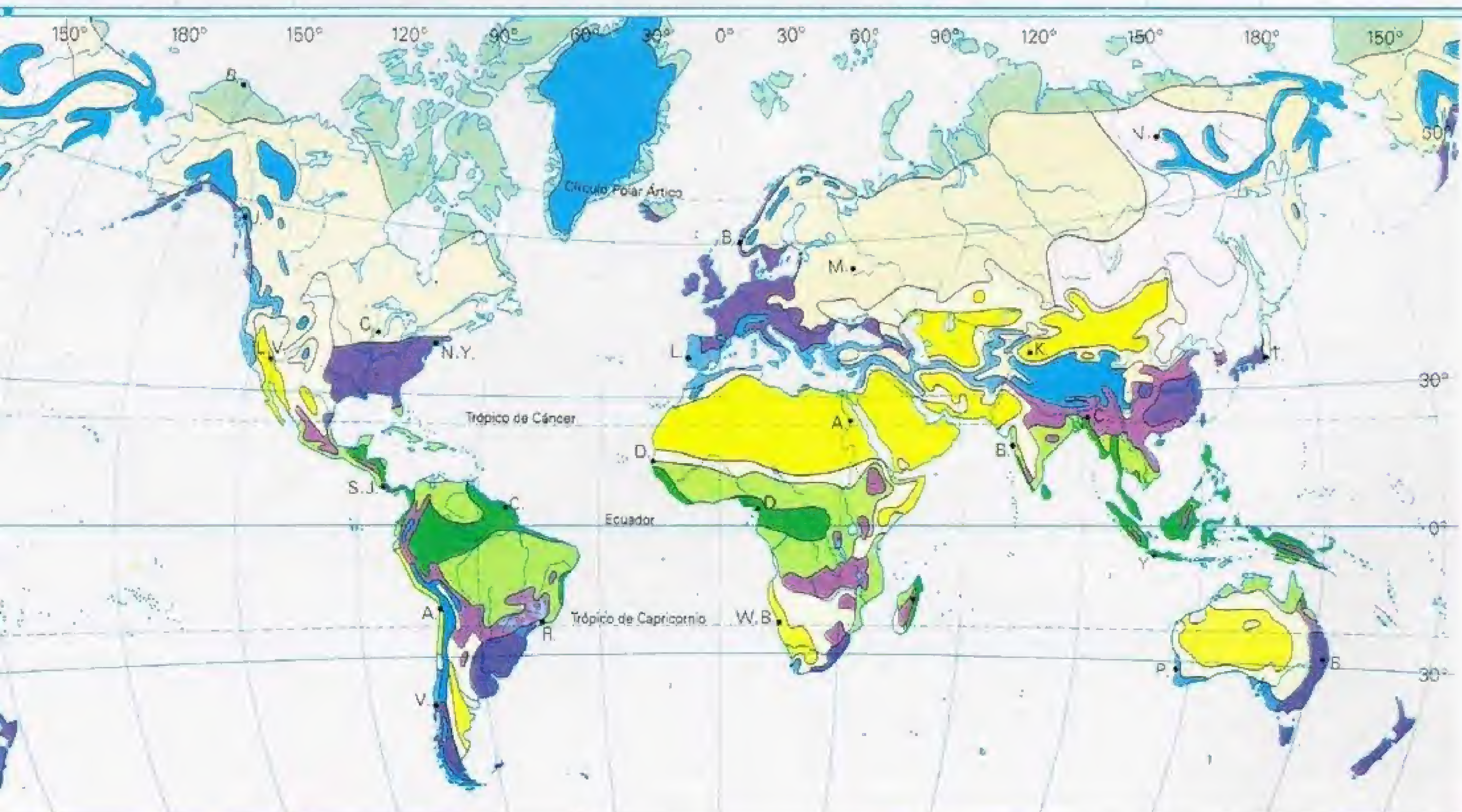
TEMPERATURA
CORRIENTES OCEÁNICAS

Julio
Verano septentrional
Invierno meridional

Temperatura media anual
(temperaturas reales)

+30°C
+20°C
+10°C
0°C
−10°C

Corriente oceánica fría
Corriente oceánica cálida
Flechas cortas = corrientes menos constantes
Flechas largas = corrientes más constantes
Flechas finas = corrientes lentas
Flechas gruesas = corrientes rápidas



CLIMAS EN RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS
(según Köppen y otros)

Climas húmedos tropicales:
Clima de bosque tropical lluvioso
Clima de sabana

Climas secos:
Clima de estepa
Clima desértico

Climas marítimos:
con veranos secos
con inviernos secos
con precipitaciones en todas las estaciones

Climas continentales:
con precipitaciones en todas las estaciones
con inviernos secos

Climas fríos:
Clima de tundra
Climas ártico y alpino

PROYECCIÓN DE VAN DER GRINTEN

Escala 1:220 000 000
en el ecuador

Mar de Beaufort
Círculo Polar Ártico
Estrecho de Bering
Groenlandia
Bahía de Baffin
Alaska
Mackenzie
Pen. de Kamchatka
Mar de Bering
I. de Jan Mayen
Escudo Canadiense
Islandia
Islas Aleutianas
Bahía de Hudson
Labrador
Islas Británicas
Grandes Lagos
San Lorenzo
Terranova
Península Ibérica
Azores
Misisipí
Baja California
Golfo de México
Trópico de Cáncer
Islas Hawaii
Islas Canarias
Antillas
OCÉANO ATLÁNTICO
Mar Caribe
Islas de Cabo Verde
Islas Marshall
OCÉANO PACÍFICO
Ecuador
Archipiélago de Colón
Amazonas
Fiji
Archipiélago de Tuamotu
Trópico de Capricornio
Isla de Pascua
Paraná
Nueva Zelanda

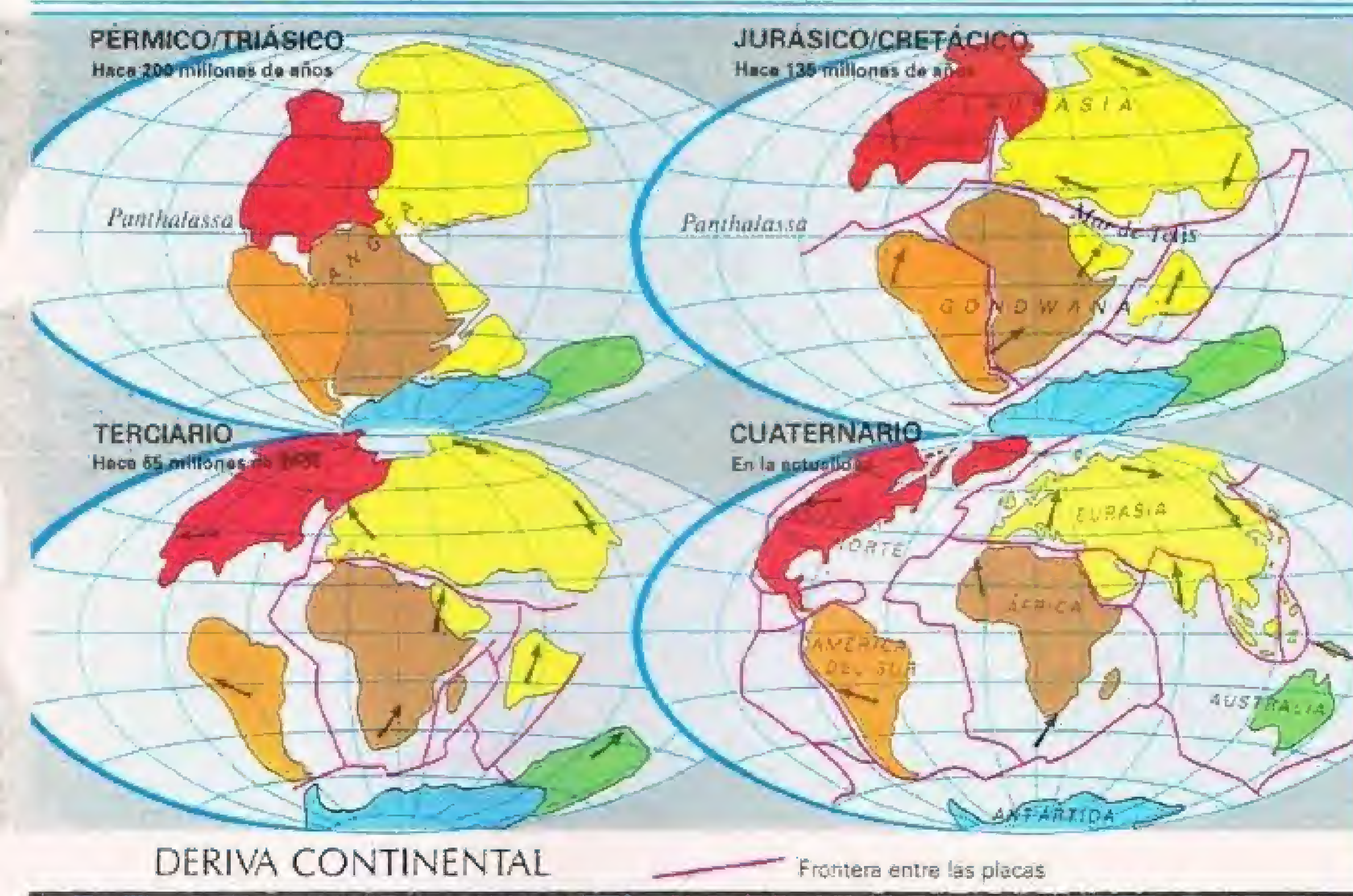
La tierra se formó hace varios miles de millones de años – equivalente a mas de cuatro pies en la escala que aquí se usa para indicar los últimos 600 millones de años

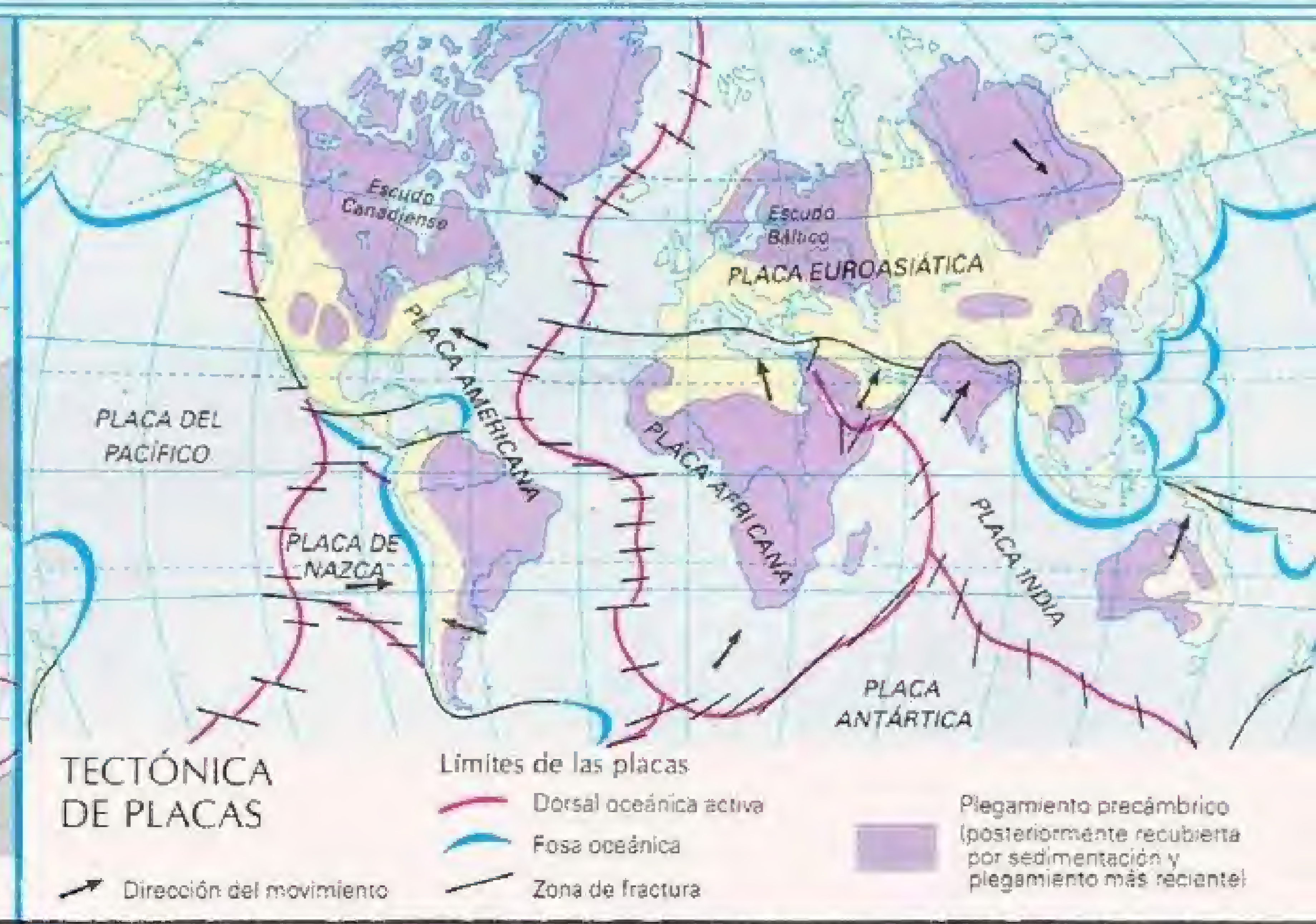
PROTEROZOICO

PRECÁMBRICO	CÁMBRICO
Las rocas más antiguas conocidas datan de hace 3.9 miles de millones de años. Gusanos, Medusas	Sólo vida en el m… Trilobites
Hace 5000 - 4000 mill. de años	600
Plegamiento precámbrico	Extenso mar de poca profundid…

Casquete de hielo
Escudo continental

180° 150° 120° 90° 60° 30°





Tierra de Francisco José
Mar de Barents
Nueva Zembla
Mar de Noruega
Escudo Báltico
Llanura de Siberia Occidental
Yenisei
Obi
Lena
Círculo Polar Ártico
Estrecho de Bering
Mar de Bering
Mar de Ojotsk
Pen. de Kamchatka
Islas Aleutianas
L. Baikal
Sajalín
Amur
Islas Kuriles
Danubio
Mar Negro
Mar Caspio
Amarillo
Honshu (Hondo)
Mar Mediterráneo
Golfo Pérsico
Nilo
Indo
Ganges
Yangtse Kiang
Sahara
OCÉANO PACÍFICO
Trópico de Cáncer
Islas Marianas
Islas Filipinas
Mar de China Meridional
Golfo de Bengala
Mar Arábigo
Sri Lanka
Islas Marshall
Islas Carolinas
Ecuador
Congo
Borneo
Sumatra
Islas de la Sonda
Java
Nueva Guinea
OCÉANO ÍNDICO
Madagascar
Mar del Coral
Nuevas Hébridas
Fiji
Australia
Trópico de Capricornio
Mar de Tasmania
Nueva Zelanda
Escala 1 : 90.000.000

PRIMARIO (Paleozoico)
...zoico
...DOVÍCICO SILÚRICO DEVÓNICO
Alto Paleozoico
CARBONÍFERO PÉRMICO
SECUNDARIO (Mesozoico)
TRIÁSICO JURÁSICO CRETÁCICO
TERCIARIO (Cenozoico)
CUATERNARIO
...aptolitos
Nautilos
Crustáceos
Celentéreos
Vertebrados marinos
Primitivos anfibios
Insectos gigantes
Ictiosaurios
Primeros mamíferos
Aves primitivas
Reptiles gigantes
Mamíferos aves
Hombre
440 400 350 300 270 225 200 180 136 100 65 En la actualidad
...ctividad ...olcánica
Plegamiento caledoniano
Grandes pantanos
Plegamiento herciniano
Grandes corrientes de lava
Extensos pantanos y mares poco profundos
Plegamiento alpino

Jan Mayen
Surtsey
Azores
Etna
Kliuchevskaia Sopka
Islas Marianas
Islas de la Sonda
Kilimanjaro
Nuevas Hébridas
Tristan da Cunha

OROGÉNESIS

Principales líneas de tendencia
Principales zonas de falla
Meseta recubierta de sedimentos
Plegamiento precámbrico (escudos estables)
Plegamiento caledoniano
Plegamiento herciniano
Plegamiento alpino

TERREMOTOS Y VOLCANES

Zona de fuerte actividad sísmica (terremotos frecuentes)
Zona de menor actividad sísmica (terremotos ocasionales incluso en otras áreas)
Volcán activo o zona de actividad volcánica (algunos volcanes menores)

PROYECCIÓN DE VAN DER GRINTEN

PESCA

Densidad del plancton animal

- Más de 500 mg por metro cúbico de agua
- 200–500 miligramos por metro cúbico de agua
- 50–200 miligramos por metro cúbico de agua
- menos de 50 mg por metro cúbico de agua

Capturas importantes de:

- ballenas
- arenques, bacalaos y peces similares
- atunes
- cangrejos, gambas y otros crustáceos

Islas de Nueva Siberia
OCÉANO GLACIAL ÁRTICO
Mar de Siberia Oriental
Cuenca del Canadá
Mar de Beaufort
Isla Victoria
Bahía de Baffin
Tierra de Baffin
Círculo Polar Ártico
Alaska
Mt. Mc Kinley 6194
Bahía de Hudson
Mar de Ojotsk
Península de Kamchatka
Mar de Bering
Cuenca de las Aleutianas
Montañas Rocosas
AMÉRICA DEL NORTE
Fosa de las Aleutianas
Fosa de las Kuriles
Cuenca Cascadiana
OCÉANO PACÍFICO
Cuenca del Pacífico del Noroeste
Cuenca del Pacífico Norte
Zona de fractura de Murray
Talud de Patton
Montes Appalaches
Mar de los Sargazos
Fosa del Japón
Montañas Submarinas de los Cartógrafos
Zona de fractura de Molokai
Trópico de Cáncer
Fosa de Puerto Rico 9219
Cuenca de las Filipinas
Fosa de las Marianas
Dorsal de las Hawaii
Hawaii
Zona de fractura de Clarion
Antillas
Fosa de América Central
Fosa de Challenger
Cuenca del Pacífico Central
Zona de fractura de Clipperton
Meseta Albatros
Borneo
Cuenca de las Carolinas
Ecuador
Archipiélago Colón
Islas de la Sonda
Nueva Guinea
Java
Plataforma de Sahul
Plataforma de Arafura
Cuenca del Pacífico Oriental
AMÉRICA DEL SUR
Mar del Coral
Cuenca del Perú
Dorsal de Nazca
Cordillera de los Andes
AUSTRALIA
Fosa de las Tonga
10882
Trópico de Capricornio
Isla de Pascua
Cuenca de Chile
Cerro Aconcagua 6959
Fosa de las Kermadec
OCÉANO PACÍFICO
Cuenca de Australia Meridional
Cuenca de Tasmania
Nueva Zelanda
Mt. Cook
Cuenca del Pacífico Sudoccidental
Llanura abisal de Mornington
Discordancia Australo-Antártica
Dorsal Australo-Antártica
Plataforma de Campbell
Zona de fractura de Eltanin
Escala 1 : 90.000.000
180°
90°

PRINCIPALES ZONAS DE TORMENTAS

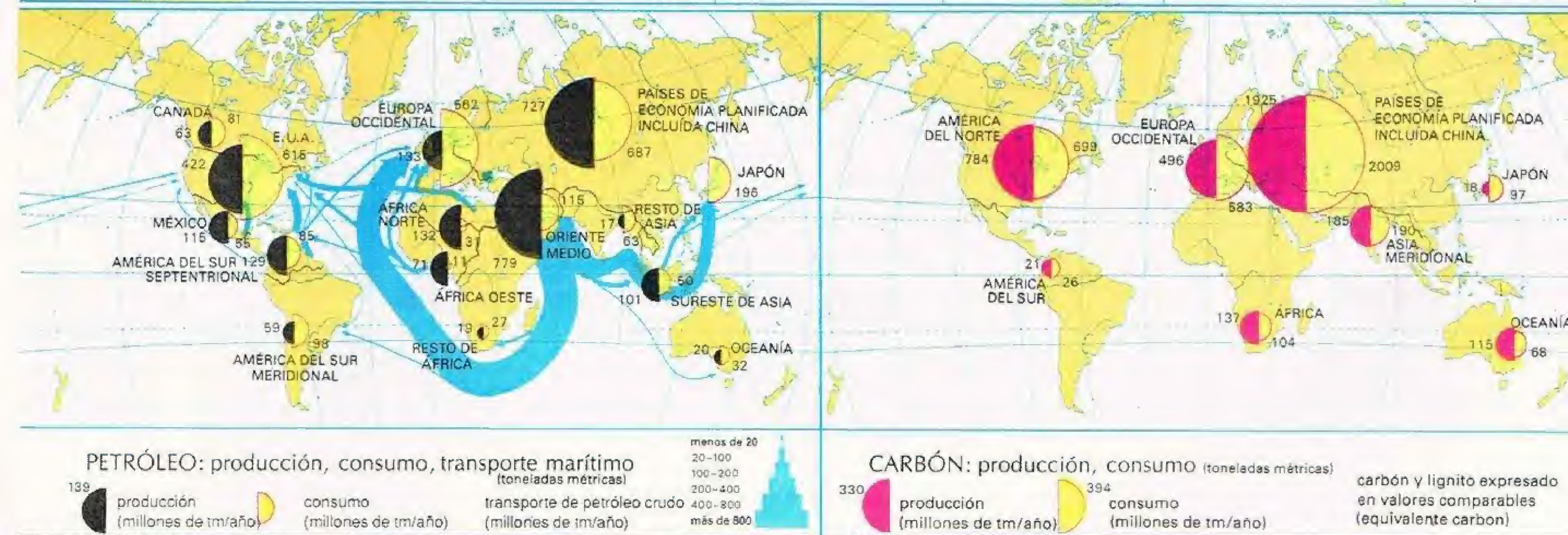
Huracán
Tifón
Ciclón de la Isla Mauricio
Ventisca Septentrional

- Zona sometida a los ciclones tropicales
- Trayectoria de los ciclones
- Hielo continuo durante el invierno boreal
- Límite de los hielos flotantes
- Costa sometida a los maremotos (tsunamis)
- Zonas marinas de nieblas frecuentes

PROYECCIÓN DE MERCATOR

Mar de Beaufort
Prudhoe Bay
Estrecho de Bering
Alaska
Mackenzie
Pen. de Kamchatka
Mar de Bering
Islas Aleutianas
Bahía de Baffin
Groenlandia
Tierra de Baffin
Círculo Polar Ártico
Godthåb
Islandia
Uranium City
Bahía de Hudson
Labrador
Islas Británicas
AMÉRICA DEL NORTE
Alberta
Saskatchewan
Montana
Grand Coulee
Columbia
Wyoming
Fremont
North Dakota
Elliot Lake
Grandes Lagos
Montreal
San Lorenzo
Terranova
Utah
California
Hoover
Panhandle
Kansas
Mississippi
Illinois
Pennsylvania
West Virginia
Kentucky
Tennessee
Valencia
Texas
Lousiana
Golfo de México
Tampico
Antillas
Mar Caribe
OCÉANO
Trópico de Cáncer
Islas Hawai
OCÉANO PACÍFICO
Maracaibo
Quito
Ecuador
ATLÁNTICO
Amazonas
AMÉRICA DEL SUR
Santa Cruz
Minas Gerais
Don Otto
Trópico de Capricornio
Paraná
Malargüe
Comodoro Rivadavia
I. Gde. de Tierra del Fuego
Nueva Zelanda

1 - Límite del lecho y subsuelo
2 - Límite exterior del Río de la Plata
3 - Límite lateral marítimo Argentino-Uruguayo



H J K L M N O
30° 60° 90° 120° 150° 180° 150°
OCÉANO GLACIAL ÁRTICO
Svalbard
Is. Spitsbergen
Nueva Zembla
Mar de Barents
Mar de Noruega
Estrecho de Bering
Alaska
Círculo Polar Ártico
Siberia
Vorkuta
Obi
Lena
Mar de Bering
Pen. de Kamchatka
Mar de Ojotsk
Islas Aleutianas
Tercer Baku
Yenisei
Bratsk
Lago Baikal
Obi
Cuenca de Kuznetsk
Billingen
Ekofisk
Volga
Segundo Baku
Amur
Sajalin
Islas Kuriles
EUROPA
Cuenca del Donets
Ural
ASIA
Volgogrado
Manchuria
Ploiesti
Dzungaria
Hokkaido (Yeso)
Mar Negro
Mar Caspio
Cuenca de Fergana
Honshu (Hondo)
Baku
Sakuma
Mar Mediterráneo
Hassi Messaoud
Kerkuk
Agha Jari
OCÉANO
Kyushu
Bhakra
Cuenca de Sichuan
Burgán (Kuwait)
Golfo Pérsico
Indo
Assam
Yangtze
30°
Zaltan
Assuan
Sadd el Aali
Nilo
Mar Rojo
Ghawar
Abu Dhabi
Ganges
Bihar
Trópico de Cáncer
Sahara
Arlit
ÁFRICA
Golfo de Bengala
Mar de China Meridional
Islas Filipinas
PACÍFICO
Mar Arábigo
Sri Lanka
Bakouma
Delta del Níger
Moanda
Brunei
Borneo
Ecuador
Congo
Zaire
Sumatra
0°
Islas de la Sonda
Nueva Guinea
OCÉANO ÍNDICO
Kariba
Cabora Bassa
Rum Jungle
Mar del Coral
Madagascar
Rössing
Trópico de Capricornio
Witwatersrand
AUSTRALIA
30°
Snowy Mts.
Gippsland Shelf
Mar de Tasmania
Nueva Zelanda
② ③ ④ ⑤ ①

TIERRA
cuenca sedimentaria (parcialmente petrolífera)
roca con escasa cobertura sedimentaria
energía hidroeléctrica 500 Mw
yacimiento de:
uranio
petróleo
arenas asfálticas o esquistos bituminosos
gas natural
carbón
lignito

MAR
cuenca sedimentaria (parcialmente petrolífera)
fondo marino poco profundo con escasa cobertura sedimentaria
mar poco profundo (plataforma continental)
200 m
2000 m
mar profundo

Escala 1: 90.000.000 en el ecuador

AMÉRICA DEL NORTE 2359 1533
EUROPA OCCIDENTAL 832 572
PAÍSES DE ECONOMÍA PLANIFICADA INCLUIDA CHINA 1349 3089
AMÉRICA CENTRAL (INCLUIDA VENEZUELA Y COLOMBIA) 285 428
ÁFRICA 99 500
ORIENTE MEDIO 408 1193
RESTO DE ASIA 180 365
AMÉRICA DEL SUR 133 46
OCEANÍA 128 34

Energía hidroeléctrica y nuclear 3,6%
Gas natural 21,4%
Carbón, lignito 23,4%
Petróleo crudo 45,6 %
LAS FUENTES DE ENERGÍA DEL MUNDO

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

Producción total anual de energía primaria (petróleo crudo, gas natural, carbón, lignito, turba, energía hidroeléctrica y nuclear)

energía primaria expresada en millones de tm de carbón
537 — 1981
99 — 1962
ÁFRICA

CONSUMO DE ENERGÍA

Consumo total anual de energía primaria por persona y por país (expresada en kg de carbón)

100 1000 3000 6000 kg por persona

PROYECCIÓN VAN DER GRINTEN



PRODUCCIÓN MINERAL

20 10 2 % de la producción mundial (promedio 1977–81)

- Petróleo
- Gas natural
- Carbón
- Lignito
- Uranio
- Producción de electricidad de origen
  - térmico
  - nuclear
  - hidroeléctrico
- Fe Hierro
- Ag Plata
- Au Oro
- Cu Cobre
- Pb Plomo
- Sn Estaño
- Zn Zinc
- Al Bauxita
- P Fosfatos
- Diamantes

RUTAS DE TRANSPORTE MARÍTIMO

- Rutas principales
- Rutas secundarias
- Otras rutas



PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

20 10 2 % de la producción mundial (promedio 1977–81)

Trigo, centeno
Maíz
Arroz
Mijo, sorgo
Patatas
Caucho natural
Copra
Cacahuetes
Aceite de palma
Semillas de soja
Anacardo
Uvas
Cítricos
Plátanos
Dátiles
Café
Té
Cacao
Azúcar de caña
Azúcar de remolacha
Tabaco
Algodón

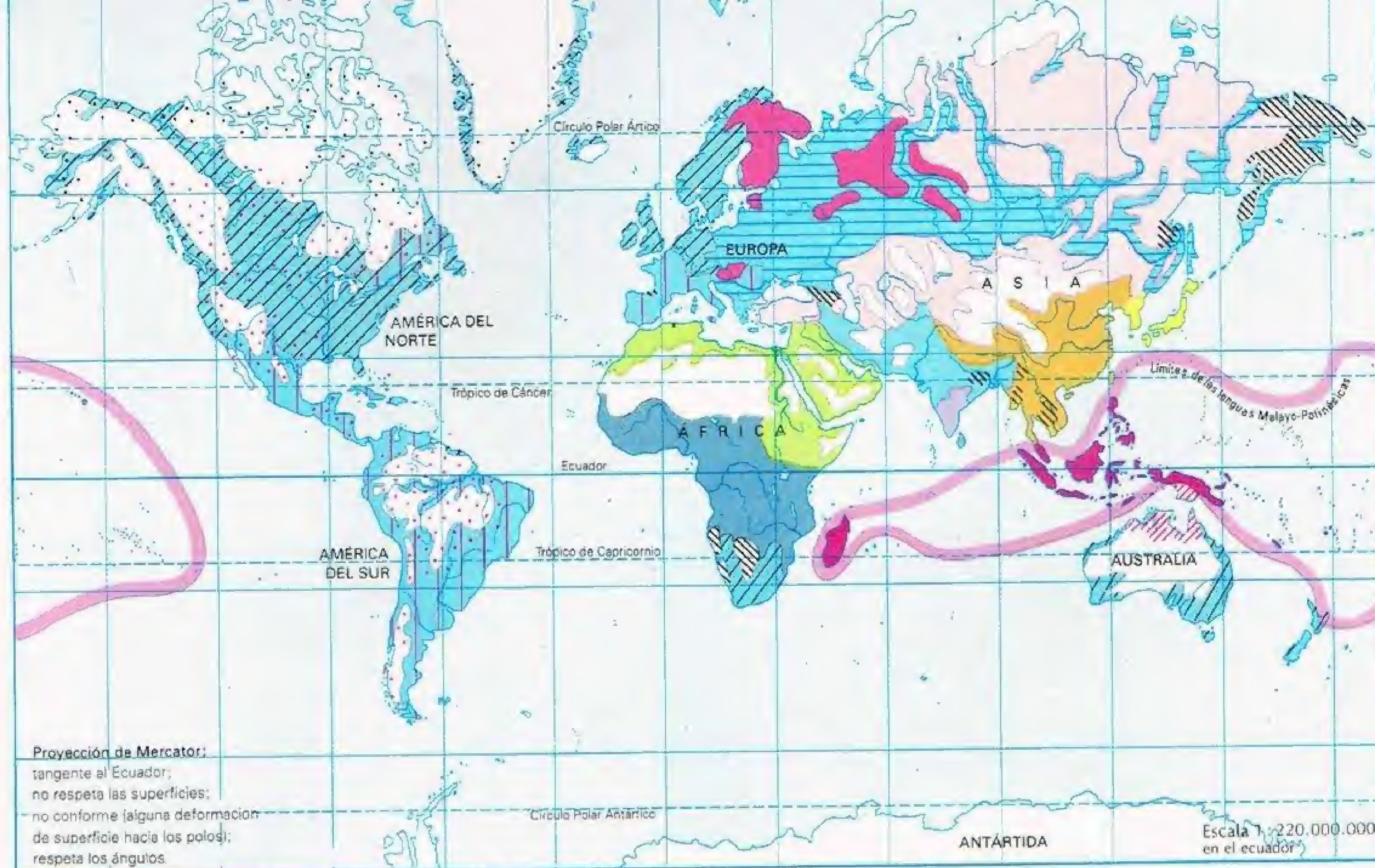
20 10 millones de cabezas

Ganado vacuno
Ganado ovino
Ganado porcino

Basado en las estadísticas de la ONU

PROYECCIÓN DE MERCATOR

Escala 1:96.000.000 en el ecuador



Proyección de Mercator: tangente al Ecuador; no respeta las superficies; no conforme (alguna deformación de superficie hacia los polos); respeta los ángulos.

LENGUAS

Lenguas indoeuropeas

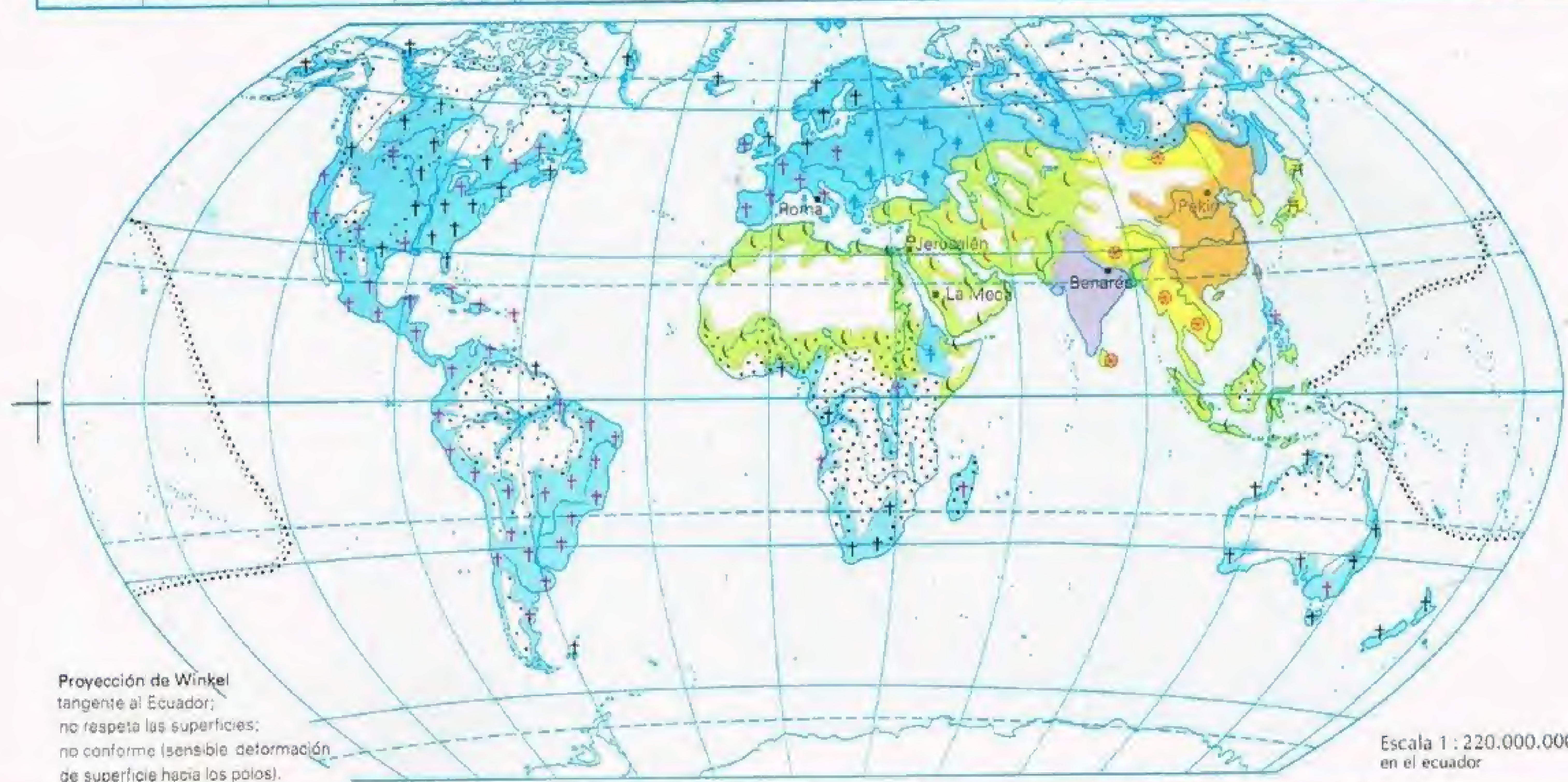
- Lenguas germánicas (inglés, alemán, nórdico, etc.)
- Lenguas románicas (francés, español, italiano, etc.)
- Lenguas eslavas (ruso, polaco, ucraniano, etc.)
- Otras (griego, albanés, armenio, iraní, lenguas indias)

Lenguas Ural-Altaicas

- Lenguas finougrias (finlandés, estoniano, húngaro, etc.)
- Otras (samoyedo, turco, tungus, manchuriano, lenguas mongólicas, etc.)

Otras lenguas

- Japonés y coreano
- Lenguas china y tibetana
- Lenguas dravídicas
- Lenguas camito-semíticas (árabe, hebreo, beréber, etc.)
- Lenguas del África Negra (sudanés y bantú)
- Lenguas malayo-polinésicas
- Lenguas papuo-australianas
- Lenguas esquimales y amerindias
- Lenguas paleo-africanas, paleo y austroasiáticas, caucásicas, etc.
- Deshabitado



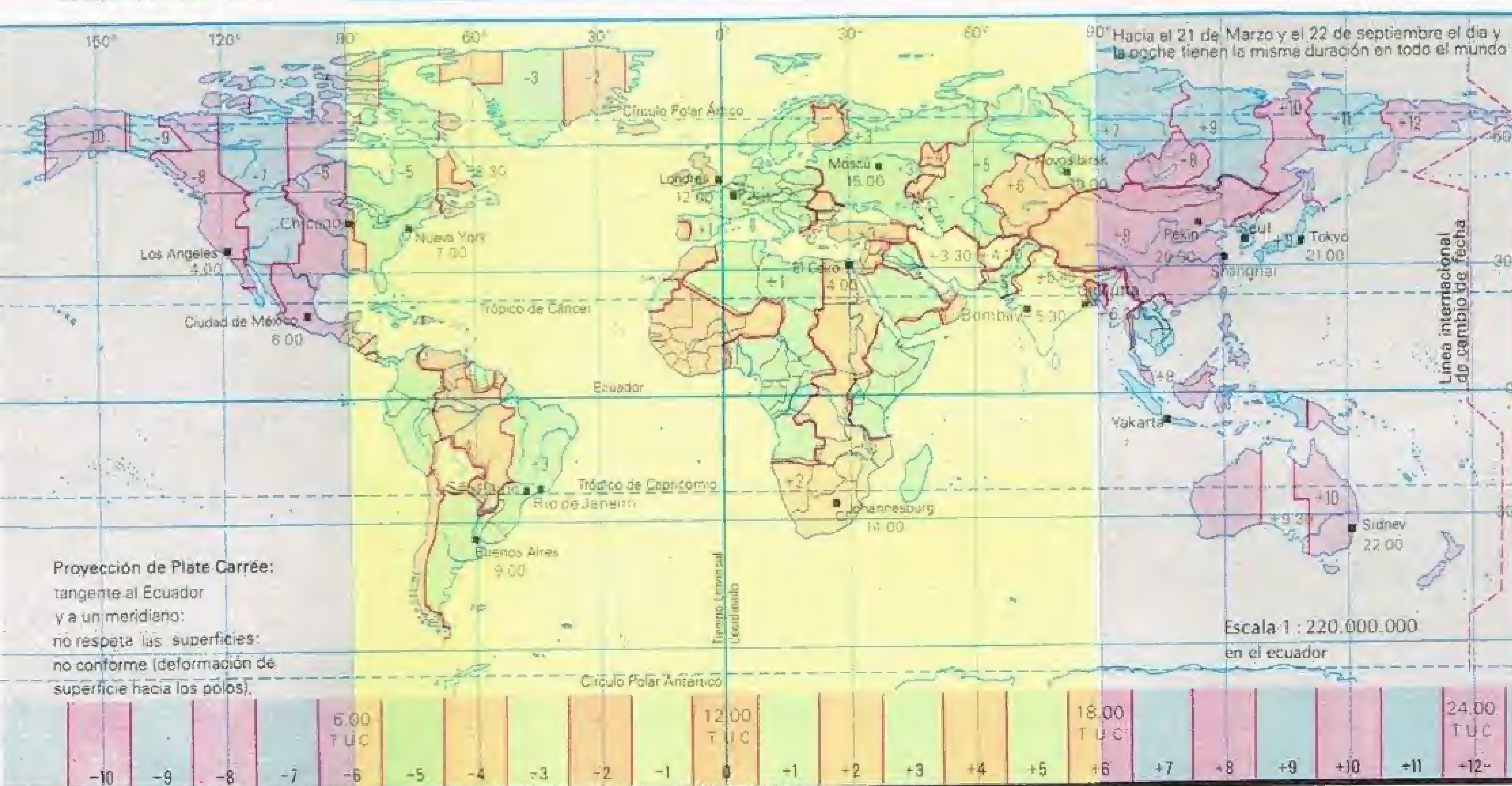
Proyección de Winkel tangente al Ecuador; no respeta las superficies; no conforme (sensible deformación de superficie hacia los polos).

RELIGIONES

- Protestante, Católica, Ortodoxa } Cristiana
- Sunita, Chiita } Musulmana
- Judía
- Budista
- Sintoísta y Budista
- Religiones chinas (Confucionistas, Taoístas, etc.)
- Hindú
- Animista (religiones primitivas)

Población mundial según la religión

Cristianos 30%, Otras 23%, Hindúes 13%, Religiones chinas 13%, Budistas 7%, Musulmanes 14%



Proyección de Plate Carrée: tangente al Ecuador y a un meridiano: no respeta las superficies: no conforme (deformación de superficie hacia los polos).

HUSOS HORARIOS

Hacia el 22 de Diciembre a las 12,00 T.U.C.

Duración del día:
al norte del círculo polar Ártico: 0 h
en Londres (51° 30'N):
en el Ecuador = 12 h

Hacia el 21 de Junio a las 12,00 T.U.C.

Duración del día:
al norte del Círculo Polar Ártico 24
en Londres (51° 30'N)
en el Ecuador: 12

Dirección de la rotación de la Tierra

La Tierra gira sobre su eje de oeste a este y completa una rotación en 24 horas aproximadamente. La Tierra se ha dividido en 24 Husos Horarios. Las líneas que los separan en tierra firme siguen en la mayor parte fronteras nacionales u otras divisiones administrativas. Sin embargo, muchos países utilizan sistemas diferentes, como la hora de verano.

GLOSARIO

EL GLOSARIO, páginas 201-203, ofrece, en orden alfabético, una selección de términos geográficos en los diversos idiomas que figuran en los mapas, junto con su equivalencia en castellano. Para los idiomas que utilizan alfabetos no latinos, se han empleado las transcripciones oficiales en los mapas, glosario e índice.

Las palabras del glosario son generalmente individuales, pero algunos prefijos y sufijos están también traducidos al castellano. En algunos casos el nombre en el mapa está abreviado, por ejemplo **vrh.** para el checoslovaco **vrchovina** (altiplanicie, región montañosa). En el glosario se dan ambos, el nombre completo y la abreviatura.

CLAVE DE ABREVIATURAS POR IDIOMAS

afr.	afrikaans (Rep. Sudafricana)
al.	alemán
alb.	albanés
am.	amerindios
amh.	amhárico (Etiopía)
an.	anamita (Vietnam)
ár.	árabe
beng.	bengalí
ber.	beréber
birm.	birmano
búlg.	búlgaro
cing.	cingalés
cor.	coreano
che.	checo
chin.	chino
dan.	danés
esl.	eslovaco
fin.	finés
fl.	flamenco (Bélgica)
fr.	francés
gaél.	gaélico (Escocia)
gal.	galés
gr.	griego
heb.	hebreo
hin.	hindí
hol.	holandés
húng.	húngaro
indon.	indonesio
ing.	inglés
irl.	irlandés
isl.	islandés
it.	italiano
jap.	japonés
kh.	khmer (Camboya)
laos.	laosiano
mal.	malayo
mong.	mongol
nor.	noruego
pash.	pashtú (Afganistán)
per.	persa
pol.	polaco
port.	portugués
rum.	rumano
rus.	ruso
serv.-cro.	servo-croata
suec.	sueco
tam.	tamil (Sri Lanka)
th.	thaí (Thailandia)
tib.	tibetano
tur.	turco
ur.	urdu (Pakistán)

GLOSARIO

A

-å *Danés, Noruego, Sueco*	río
açude *Portugués*	embalse
adrar *Beréber*	serranía, país montañoso
ákra, akrotírion *Griego*	cabo, promontorio
Alb, Alp *Alemán*	montaña, pico
alpes *Francés*	montes
alpi *Italiano*	montes
-älv, -älven *Sueco*	río
ao *Thaí*	bahía
arquipélago *Portugués*	archipiélago
-ås, -åsen *Sueco*	colina
atol *Portugués*	atolón
ain *Árabe*	fuente, manantial

B

bab *Árabe*	puerta, paso
bælt *Danés*	estrecho
bahr, baḥr *Árabe*	río, mar
baia *Portugués*	bahía
baie *Francés*	bahía
ballon *Francés*	monte
balta *Rumano*	pantano, marisma
-bandao *Chino*	península
barrage *Francés, Inglés*	embalse, presa
baraji *Turco*	embalse, presa
batang *Indonesio*	río
batu *Malayo*	monte
bay *Inglés*	bahía
Becken *Alemán*	cuenca
ben *Gaélico*	montaña, pico, monte
Berg *Alemán*	montaña, monte
berg *Afrikaans, Holandés*	montaña, monte, roca
-berg *Sueco*	montaña, roca
Berge *Alemán*	montes
-bergen *Sueco*	montes
-berget *Sueco*	monte, colina
bír *Árabe*	pozo
birkat *Árabe*	estanque, lago
boğazi *Turco*	estrecho, canal
bogd *Mongol*	sierra
bolshoy *Ruso*	grande
bong *Coreano*	montaña, pico
-breen *Noruego*	glaciar, nevero
Bucht *Alemán*	bahía, ensenada, golfo
bugt *Danés*	golfo, bahía
buḥayrah *Árabe*	lago, laguna, albufera
buḥayrat *Árabe*	lago, albufera
bukit *Indonesio, Malayo*	montaña
-bukten *Sueco*	golfo, bahía
burnu, burun *Turco*	cabo, punta

C

c., cabo *Portugués*	cabo, punta
c., cap *Francés*	cabo, punta
c., cape *Inglés*	cabo
cachoeira *Portugués*	salto, cataratas, rápidos
canal *Francés, Portugués*	canal
canale *Italiano*	canal
cao nguyen *Anamita*	meseta
capo *Italiano*	cabo
causse *Francés*	alturas, altiplanicie
co *Chino*	lago
col *Francés*	puerto de montaña, paso
colli *Italiano*	colinas
collines *Francés*	colinas
con *Anamita*	islas
corno *Italiano*	pico, cima
côte *Francés*	costa, cresta, cuesta
crêt *Francés*	cresta, pico

CH

chain *Inglés*	cordillera, cadena, montañosa, cadena de islas
channel *Inglés*	canal marítimo, estrecho
chapada *Portugués*	altiplanicie, páramo
chott *Árabe*	lago salado, pantano salado
chuör phnum *Khmer*	montañas

D

dağ, daği *Turco*	montaña, sierra
dāgh *Persa*	montaña, sierra

dağlar, dağları *Turco* sierra, cordillera
dahr *Árabe* colina
-dal, -dalen *Noruego, Sueco* valle
danau *Indonesio* lago
-dao *Chino, Anamita* isla
daryācheh *Persa* lago, mar
dasht *Persa* desierto
deniz, denizi *Turco* mar
détroit *Francés* estrecho
dhar *Árabe* escarpa
-dian *Chino* lago
dijk *Holandés* dique
djebel *Árabe* montaña, sierra
-djupet *Sueco* fosa submarina, depresión
-do *Coreano* isla
doi *Thaí* montaña
dolina *Ruso* Valle
dolok *Indonesio* monte

E

-egga *Noruego* montaña
-elv, -elva *Noruego* río
erg *Árabe* desierto de dunas
espigão *Portugués* altura escarpada
étang *Francés* estanque, laguna
-ey *Islandés* isla

F

falaise *Francés* risco, precipicio, acantilado
farsh *Árabe* meseta
-fell *Islandés* roca, monte
-feng *Chino* monte, cima
firth *Gaélico* estuario, río, fiordo
-fjäll *Sueco* colina, montaña
-fjällen *Sueco* montaña -s
-fjället *Sueco* montaña
-fjell, -fjellet *Noruego* montaña, meseta
-fjöll *Islandés* montaña
-fjord *Noruego* bahía, fiordo, ría
-fjorden *Noruego, Sueco* fiordo, lago
-fjördur *Islandés* fiordo, bahía
-flói *Islandés* golfo, bahía
foci *Italiano* boca, desembocadura
-fonni *Noruego* glaciar
fontaine *Francés* fuente, pozo
-foss *Islandés* cascada, rápido

G

g., gora *Ruso* monte, colina
g., gunung *Malayo* monte, colina
g., gunung *Indonesio* monte
gebergte *Holandés* cordillera
Gebirge *Alemán* montes, cordillera, sierra
geçidi *Turco* puerto de montaña, desfiladero
ghubbat *Árabe* bahía
Gipfel *Alemán* pico
gji *Albanés* bahía
glacier *Inglés* glaciar
gol *Mongol* río
göl, gölü *Turco* lago
golfe *Francés* golfo
golfo *Italiano* golfo
gora *Servo-Croata* montañas
góra *Polaco* monte
gorje *Servo-Croata* montañas, colinas
gory *Ruso* montañas, colinas
góry *Polaco* montañas
grotte *Francés* gruta
gryada *Ruso* montaña
guba *Ruso* bahía, golfo
guelb *Árabe* montaña
-gunto *Japonés* archipiélago

H

Haff *Alemán* bahía, laguna
-hai *Chino* mar
-haixia *Chino* estrecho
-halvøya *Noruego* península
-hama *Japonés* playa
hamada *Árabe* desierto de piedra
hammādat *Árabe* meseta
hāmūn *Persa* lago salado
harrat *Árabe* desierto de lava
-hav *Sueco* mar
havre *Francés* puerto de mar
hawr *Árabe* lago
-he *Chino* río
head *Inglés* cabo, extremo, punta
Heide *Alemán* landa
hill *Inglés* colina
hka *Birmano* río
-holm *Danés* isla
-horn *Alemán* pico
hory *Checo, Eslovaco* montañas
-hu *Chino* lago

I

ice shelf *Inglés* banco de hielo
idhan *Árabe* desierto de dunas
île *Francés* isla
îles *Francés* islas
ilha *Portugués* isla
ilhas *Portugués* islas
Insel *Alemán* isla
Inseln *Alemán* islas
Insulă *Rumano* isla
'irq *Árabe* dunas
island *Inglés* isla
Isle *Inglés* isla
isles *Inglés* islas
isola *Italiano* isla
isole *Italiano* islas
isthmus *Inglés* istmo

J

jabal *Árabe* montaña, sierra
järv *Estonio* lago
-järvi *Finés* lago
-jaur *Lapón* lago
-javre *Lapón* lago
jazaír *Árabe* islas
jazirat *Árabe* isla
jazireh *Persa* isla
jebel *Árabe* montaña, sierra, cordillera
jezero *Servo-Croata, Albanés* lago
jeziori *Polaco* lago
-jiang *Chino* río
jibal *Árabe* montaña, sierra, cordillera
-jima *Japonés* isla
-joki *Finés* río
-jøkulen *Noruego* glaciar
-jökull *Islandés* glaciar

K

kabīr *Persa* montañas
-kaikyō *Japonés* estrecho
-kaise *Lapón* montaña
kalns *Lituano* montaña
Kamm *Alemán* cordillera
kanaal *Holandés* canal
kanal *Ruso, Servo-Croata, Sueco, Alemán* canal
kanava *Finés* canal
Kap *Alemán* cabo
-kapp *Noruego* cabo
kas *Khmer* isla
kavīr *Persa* desierto salado
kep *albanés* cabo, punta
k., kep., kepulauan *Indonesio* archipiélago
khalij *Árabe* golfo, bahía
khashm *Árabe* promontorio, desembocadura
khr., Khrebet *Ruso* cadena montañosa
ko *Thaí* isla
-ko *Japonés* lago, laguna
koh *Pashtú* cordillera
kólpos *Griego* golfo, bahía
körfezi *Turco* golfo, bahía
Kórgustik *Estonio* montaña
kosa *Ruso* lengua de tierra
kotlina *Polaco* cuenca
-kou *Chino* bahía, puerto de montaña
krueng *Indonesio* río
kryazh *Ruso* montañas
kuala *Malayo* bahía, estuario
kūh *Persa* montaña, cordillera
kūhha *Persa* montaña, cordillera
-kulle *Sueco* colina
kyun *Birmano* isla

L

l., lac *Francés* lago
la *Tibetano* paso, puerto de montaña
lac *Francés* lago
lacs *Francés* lagos
lacul *Búlgaro* lago
lago *Italiano, Portugués* lago
l., lagoa *Portugués* lago, laguna
lagos *Portugués* lagos
l., laut *Indonesio* mar
les *Checo* montañas, bosque
liman *Ruso* laguna, bahía
limni *Griego* lago
-ling *Chino* pico, montaña
loch *Gaélico* lago, ensenada
lough *Gaélico* bahía, lago

M

m., munții *Rumano* montaña, montañas
mae *Thaí* río
-mak *Turco* río
-man *Coreano* bahía
marais *Francés* pantano, marisma
mare *Italiano* mar
massif *Francés* macizo
Meer *Alemán* mar, lago
meer *Afrikaans, Holandés* mar, lago
mer *Francés* mar
mierzeja *Polaco* lengua de tierra
-misaki *Japonés* cabo
mont *Francés* monte
montagna *Italiano* montaña
montagne *Francés* montaña
montagnes *Francés* montañas
monte *Italiano, Portugués* monte
montes *Portugués* montes
monti *Italiano* montes
monts *Francés* montes
moor *Inglés* páramo
more *Ruso* mar
morro *Portugués* colina
motu *Polinesio* isla
mt., mts. *Inglés* monte -s
mountain, mountains *Inglés* montaña -s
mui *Anamita* cabo, punta
munkhafad *Árabe* depresión
muntii *Rumano* montes
mys *ruso* cabo

N

nafud *Árabe* desierto, dunas, suelo de arena
nagor'ye *Ruso* altiplanicie
namakzar *Persa* desierto salado
-näs *Sueco* cabo, promontorio
nasjonalpark *Noruego* Parque Nacional
neem *Estonio* cabo
-nes *Noruego, Islandés* península, punta
ness *Gaélico* promontorio, cabo
ngoc *Anamita* montaña
niso *Griego* islas
nizmennost' *Ruso* llanura, depresión
nunatakk *Esquimal* pico
nuruu *Mongol* cordillera
nuur *Mongol* lago

O

-ö *Danés, Noruego, Sueco* isla
o., ostrov *Ruso* isla
-öarna *Sueco* islas
-ön *Sueco* isla
óri *Griego* montañas
óros *Griego* montaña
ostrov *Ruso* isla
ostrova *Ruso* islas
ostrovul *Rumano* isla
otok *Servo-Croata* isla
-øy, -øya *Noruego* isla
oz., ozero *Ruso* lago
ozera *Ruso* lagos

P

pahorkatina *Checo* colinas, meseta
palla *Italiano* pico
pantanal *Portugués* pantano
parc national *Francés* parque nacional
parque national *Portugués* parque nacional
pas *Francés* estrecho
Pass *Alemán* paso, puerto de montaña
passe *Francés* canal, estrecho
passo *Italiano* paso, puerto de montaña
pasul *Rumano* paso, garganta
peak *Inglés* cumbre, pico
peg., pegunungan *Indonesio* montes
pélagos *Griego* mar
-pendi *Chino* cuenca
peninsula *Inglés* península
pereval *Ruso* paso
pertuis *Francés* estrecho
peski *Ruso* desierto
phnum *Khmer* montaña
pic *Francés* pico
pico *Portugués* pico
picos *Portugués* picos
-piggen *Noruego* montaña
pik *Ruso* pico
plaine *Francés* llanura
planalto *Portugués* meseta
planina *Servo-Croata* cordillera, montes
plato *Ruso, Búlgaro* mesetas
ploskogorje *Ruso* mesetas
point *Inglés* punta
pointe *Francés* punta, cabo
poluostrov *Ruso* península
ponta *Portugués* punta, cabo
porog *Ruso* rápido
prohod *Búlgaro* paso
proliv *Ruso* estrecho, canal
promontorio *Italiano* promontorio
puig *Catalán* pico, cumbre
pulau *Indonesio, Malayo* isla
punta *Italiano* punta, pico
puncak *Indonesio* pico
puo Lao *Thaí* montaña
puy *Francés* pico

Q

qanat *Árabe* canal
-quando *Chino* islas
qurnat *Árabe* montaña

R

rags *Lituano* cabo
ramlat *Árabe* arena, dunas
range *Inglés* cardillera
rās, rás *Árabe* cabo, punta
rās *Persa* cabo, punta
ravnina *Ruso* llanura
récif *Francés* arrecife
récifs *Francés* arrecifes
reef *Inglés* arrecife

r., reprêsa *Portugués*	presa, embalse
reservoir *Inglés*	embalse, pantano
-retto *Japonés*	archipiélago
rio *Portugués*	río
riviera *Italiano*	costa, ribera
rivière *Francés*	río, ribera
rock *Inglés*	roca, peñón
rt *Servo-Croata*	cabo, punta
Ruck *Alemán*	monte

S

sa., serra *Portugués*	sierra
saar *Estonio*	isla
sabkhat *Árabe*	lago salado
sadd *Árabe*	presa, dique
saguia *Árabe*	uadi, valle
şsahrā' *Árabe*	desierto
-sanmyaky *Japonés*	cordillera, sierra
-san *Japonés, Coreano*	montaña, colina
-sanchi *Japonés*	montañas
-sanmaek *Coreano*	cadena montañosa
sarir *Árabe*	desierto
Sattel *Alemán*	paso
saurums *Lituano*	estrecho
sebkha *Árabe*	lago salado
sebkra *Árabe*	pantano
See *Alemán*	lago, mar
Seen *Alemán*	lagos, mares
selat *Indonesio*	estrecho
serra *Portugués*	sierra
shamo *Chino*	desierto
-shan *Chino*	monte
-shankou *Chino*	paso
sharm *Árabe*	bahía
-shima *Japonés*	isla
-shoto *Japonés*	islas
-shuiku *Chino*	embalse
silsilesi *Turco*	cadena montañosa, sierra
-sjö *Noruego*	lago
-sjön *Sueco*	lago, bahía
sopka *Ruso*	volcán (en Kamchatka), colina
Spitze *Alemán*	punta, cima, cumbre
step' *Ruso*	estepa
štit *Eslovaco*	pico
strait *Inglés*	estrecho, canal marítimo
stretto *Italiano*	estrecho
-suido *Japonés*	estrecho, canal
-sund *Sueco*	estrecho, canal
s., sungai *Indonesio*	río
-sălkă *Finés*	cordillera

T

tg., tanjung *Indonesio*	cabo
-tangar-, tangi *Islandés*	punta
tassili *Beréber*	altiplanicie
taung *Birmano*	montaña, cordillera
teluk *Indonesio*	bahía, golfo
ténéré *Beréber*	llanura arenosa
tepe, tepesi *Turco*	pico, cumbre, colina
thiu khao Thai	montañas
-tind, -tindane *Noruego*	cumbre, pico
-to *Japonés*	isla, este, oriental
tónlé *Khmer*	lago, río
-top *Holandés*	pico, cima
-träsk *Sueco*	pantano, lago
-tunturi *Finés*	montaña

U–V

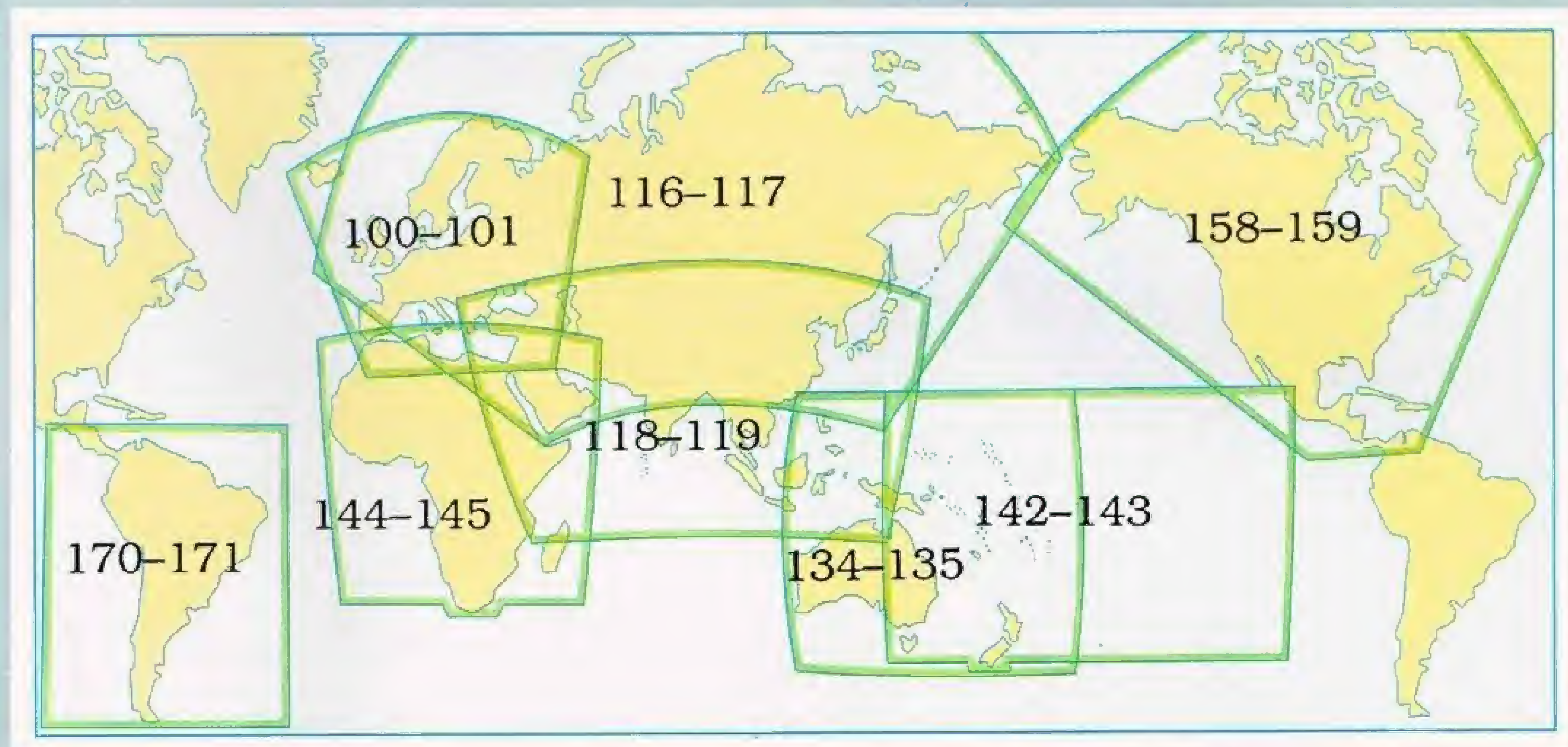
uul *Mongol*	montaña -s
-vaara *Finés*	montaña, colina
val *Francés, Italiano*	valle
vale *Inglés*	valle
valle *Italiano*	valle
vallée *Francés*	valle
-vatn *Noruego, Islandés*	lago
-vesi *Finés*	lago
-vidda *Noruego*	meseta
-viken *Sueco*	golfo
v., Virful *Rumano*	pico, montaña
vodokhranilisjtje *Ruso*	embalse
vosvysjennost *Ruso*	altiplanicie
vrh., vrchovina *Checo, Eslovaco*	altiplanicie, región montañosa
-väin *Estonio*	estrecho
-vötn *Islandés*	lago

W–Z

wadi *Árabe*	uadi, valle
wahat *Árabe*	oasis
Wald *Alemán*	bosque, selva
-wan *Japonés, Chino*	bahía, golfo
-xia *Chino*	estrecho, garganta
-yama *Japonés*	montaña, volcán
y., yarimadasi *Turco*	península
yoma *Birmano*	montaña, cordillera
-zaki *Japonés*	cabo
zalew *Polaco*	bahía
zatoka *Polaco*	golfo
zee *Holandés*	mar

INDICE GRAFICO

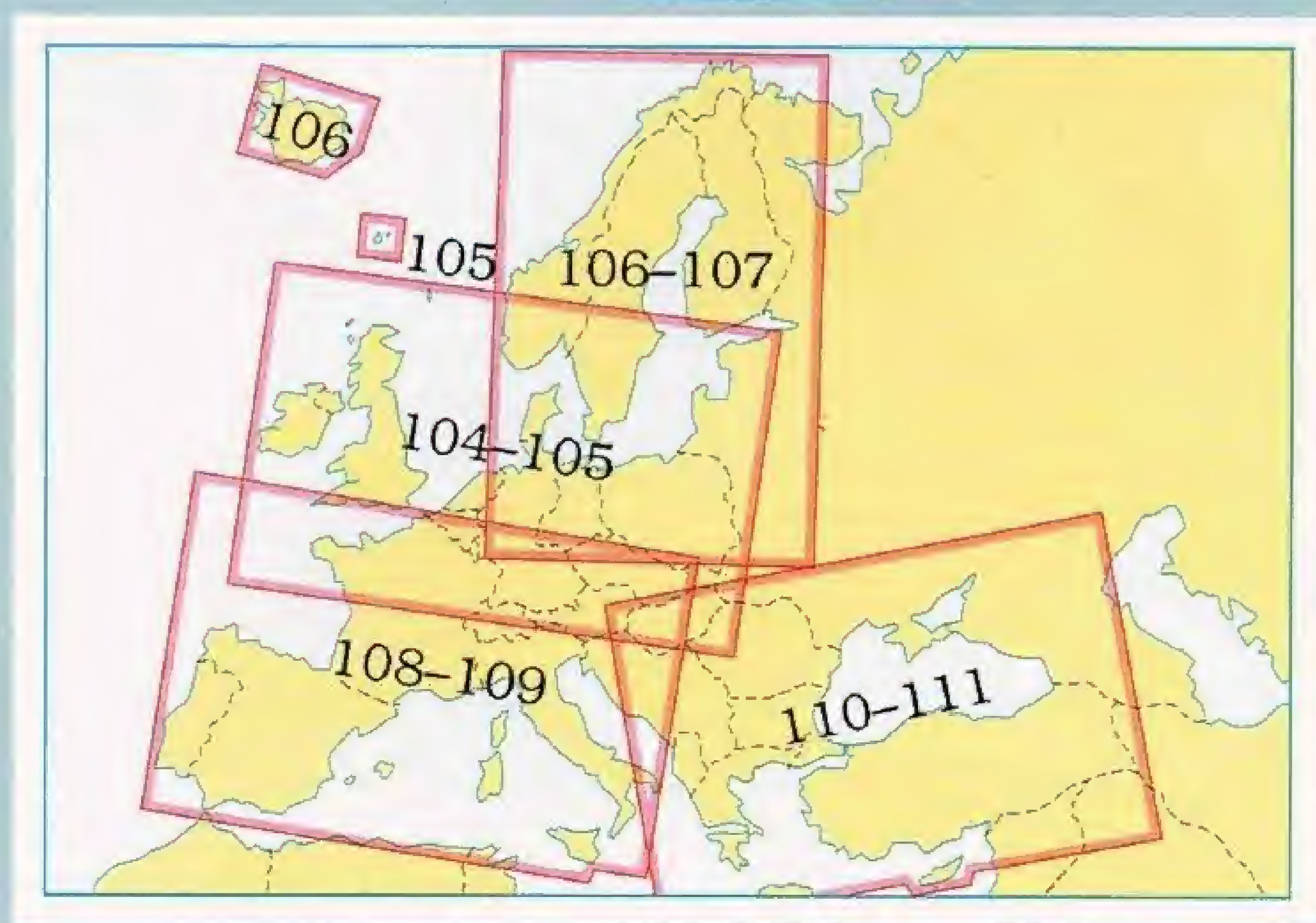
182 Artico
Escala 1:30.000.000
127
162
162–163
164–165
166–167
168–169
174
174–175
176–177
178–179
141
141
183 Antártida
Escala 1:30.000.000

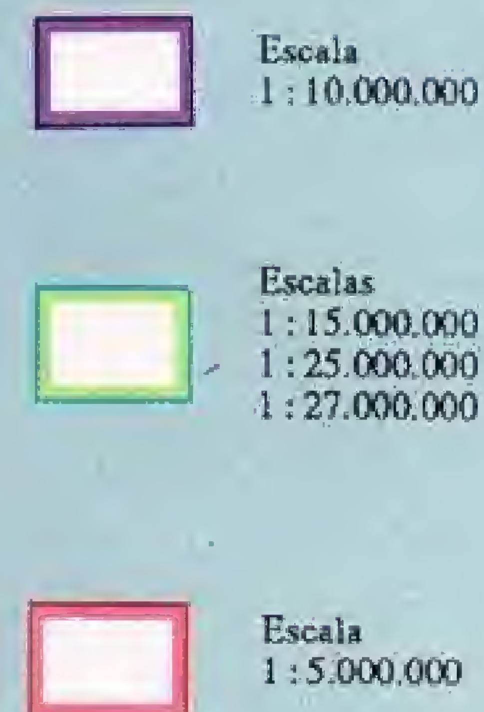


182 Artico
Escala 1:30.000.000

114–115
126–127
98–99
124–125
128–129
148–149
112–113
150–151
130–131
131
152–153
154–155
132–133
140
156–157
155
138–139
140

183 Antártida
Escala 1:30.000.000





SIGNOS CONVENCIONALES

Mapas nacionales y regionales

Escalas 1 : 5.000.000, 1 : 10.000.000

Bombay	Más de 5.000.000 de habitantes
Milán	De 1.000.000 a 5.000.000 de habitantes
Zürich	De 250.000 a 1.000.000 de habitantes
Dijon	De 100.000 a 250.000 habitantes
Dover	De 25.000 a 100.000 habitantes
Torquay	Menos de 25.000 habitantes
Tachiumet	Localidades menores
VIENA	Capital de Nación
Atlanta	Capital de Estado o de República Federada

Carreteras importantes o autopista

Otras carreteras

Carreteras en construcción

Ferrocarril

Ferrocarril en construcción

Tren-ferry

Límite de Nación

Límite de Nación en litigio

Límite de Estado o Región

Límite de Estado o Región en litigio

Límite de Nación en el mar

4807	Altitud sobre el nivel del mar
2068	Profundidad
	Parque Nacional
Nínive	Ruinas
=	Paso, puerto
PRESA KAINJI	Presa
	Wadi, régimen estacional
	Canal
	Cataratas
	Arrecifes

Mapas continentales

Escalas 1 : 15.000.000, 1 : 25.000.000, 1 : 27.000.000, 1 : 30.000.000

Shanghai	Más de 5.000.000 de habitantes
Barcelona	De 1.000.000 a 5.000.000 de habitantes
Venecia	De 250.000 a 1.000.000 de habitantes
Aberdeen	De 50.000 a 250.000 habitantes
El Beida	Menos de 25.000 habitantes
Mawson	Base y estación científica
EL CAIRO	Capital de Nación

Carreteras importantes o autopista

Ferrocarril

Ferrocarril en construcción

Límite de Nación

Límite de Nación en litigio

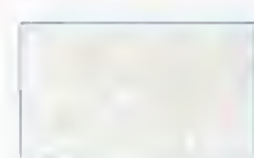
Límite de Estado o Región

Límite de Estado o Región en litigio

Límite de Nación en el mar

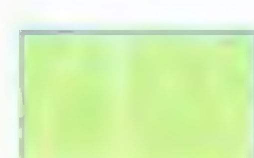
8848	Altitud sobre el nivel del mar
11034	Profundidad
2045	Espesor del casquete polar
	Presa
Tebas	Ruinas
	Wadi, régimen estacional
	Canal
	Cataratas
	Arrecifes

Medio geográfico

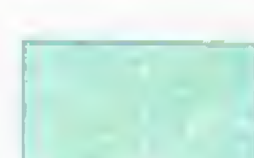
 Tundra

 Glacial

 Bosque de coníferas

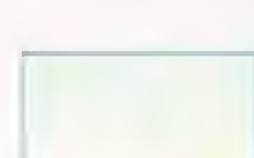
 Bosque mixto

 Bosque de caducifolias

 Bosque denso tropical

 Matorral espinoso

 Tierras cultivables

 Praderas y herbazales

 Sabana

 Estepa, formaciones semiáridas

 Desierto arenoso

 Otros desiertos

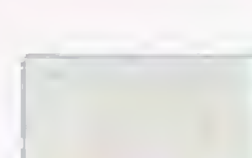
 Montañas

 Marismas

 Lago salado

 Lago intermitente

 Desierto de sal, chott, sebkha

 Campos de lava





Atlas Clarín

EDICIONES
Aguilar